TOPOGRAFIE MILITARĂ

TOPOGRAFIE MILITARĂ

AUTORI:

col. ing. DRAGOMIR VASILE, col. ing, ANGHEL IONIȚĂ, col. ing. ȚIBRU ION, locot.-col. ing. BALEA VICTOR, locot.-col. ing. BELU GHEORGHE, locot.-col. ing. MISTRIC TEODOR, locot.-col. ing. MOLEA OCTAVIAN, locot.-col. ing. MUREȘANU GHEORGHE, locot.-col. ing. PĂDURARU PAVEL, locot.-col. RUDAS LADISLAU, mr. ing. CĂRNARU ION.

DTM
BUCUREȘTI

Cuprinsul

INTRODUCERE: Obiectul și importanța topografiei militare 12

Partea I **PROCEDEE TOPOGRAFICE DE FOLOSIRE A TERENULUI**

Capitolul 1 *TERENUL ȘI CARACTERISTICILE LUI DIN PUNCT DE VEDERE TACTIC* 15

1.1 Elementele topografice ale terenului..... 15
1.2 Formele caracteristice de relief 16
1.2.1 Înălțimile 16
1.2.2 Depresiunea 16
1.2.3 Creasta 16
1.2.4 Valea 17
1.2.5 Șaua 17
1.2.6 Șesul 17
1.2.7 Cunoașterea formelor caracteristice ale reliefului..... 19
1.3 Studiul general și detaliat al terenului 20
1.4 Studiul general al caracterului terenului 20
1.5 Studiul detaliat al terenului..... 22
1.6 Studiul condițiilor de observare și mascare 23
1.7 Studiul condițiilor accesibilității terenului 24
1.8 Studiul proprietăților de protecție ale terenului..... 26
1.9 Metodele de studiere a terenului..... 27
1.9.1 Recunoașterea nemijlocită (la fața locului) 27
1.9.2 Studiul terenului cu ajutorul hărților topografice 29
1.9.3 Studiul terenului cu ajutorul fotografiilor aeriene sau terestre 30
1.9.4 Studiul terenului din descrieri, studii, monografii și alte documente 30
1.10 Influența naturii solului asupra acțiunilor de luptă..... 30
1.11 Influența vegetației lemnoase asupra acțiunilor de luptă ... 32

Capitolul al 2-lea *FORMA ȘI DIMENSIUNILE PĂMÂNTULUI; PUNCTE, LINII, DIRECȚII ȘI UNGHIURI CARACTERISTICE PE GLOBUL TERESTRU; COORDONATE*..... 35

2.1 Noțiuni asupra formei și dimensiunilor Pământului 35
2.2 Puncte, linii, direcții și unghiuri caracteristice pe globul terestru 37
2.3 Sisteme de coordonate 40
2.3.1 Coordonate geografice 40
2.3.2 Coordonate rectangulare 41

Capitolul al 3-lea *PROCEDEE EXPEDITIVE DE MASURARE ÎN TEREN* 43

3.1 Considerațiuni generale 43
3.1.1 Unități de măsură pentru lungimi, suprafețe și unghiuri 43

3.2 Determinarea expeditivă a distanţelor 44
3.2.1 Măsurarea distanţelor cu pasul 45
3.2.2 Determinarea distanţelor din vedere 45
3.2.3 Determinarea distanţelor, prin comparaţie cu dimensiunile liniare ale obiectelor 47
3.2.4 Determinarea distanţelor cînd nu se cunosc înălţimile obiectelor vizate 48
3.2.5 Determinarea distanţelor cu ajutorul vitezei sunetului.... 49
3.2.6 Determinarea distanţelor cu ajutorul binoclului..... 50
3.2.7 Determinarea distanţelor după valoarea unghiulară a obiectelor 51
3.3 Determinarea expeditivă a înălţimii detaliilor din teren .. 53
3.3.1 Determinarea înălţimii detaliilor cu ajutorul unei balize .. 53
3.3.2 Determinarea înălţimii detaliilor cu ajutorul echerului 54
3.3.3 Determinarea înălţimii detaliilor cu ajutorul dendometrului 55
3.3.4 Determinarea înălţimii detaliilor după umbra lor 55
3.4 Determinarea pantei terenului 56
3.4.1 Aprecierea pantei terenului, din vedere..... 56
3.4.2 Determinarea pantei prin compararea diferenţei de nivel cu distanţa orizontală..... 57
3.4.3 Determinarea pantei terenului prin măsurarea unei distanţe 57
3.4.4 Determinarea pantei terenului cu ajutorul eclimetrului 58
3.5 Determinarea lăţimii unui rîu 59
3.6 Determinarea desimii pădurii şi grosimii copacilor 60

Capitolul al 4-lea *ORIENTAREA ÎN TEREN ŞI INDICAREA OBIECTIVELOR (fără hartă)* 61

4.1 Noţiuni de bază 61
4.2 Determinarea punctelor cardinale după aştri şi prin alte procedee 62
4.2.1 După poziţia Soarelui 62
4.2.2 După Soare şi ceas 63
4.2.3 După Steaua Polară 64
4.2.4 După Lună 64
4.2.5 După Lună şi ceas 64
4.3 Orientarea în teren cu busola 66
4.3.1 Descrierea busolei şi reguli de manipulare 66
4.3.2 Verificarea busolei 66
4.3.3 Determinarea azimutului unei direcţii cu busola 67
4.4 Deplasarea după un azimut dat 67
4.5 Procedee de indicare a obiectivelor în teren 68
4.5.1 Indicarea obiectivelor prin vedere directă 69

Partea a II-a **HĂRŢILE TOPOGRAFICE MILITARE**

Capitolul al 5-lea *HARTA ŞI PLANUL TOPOGRAFIC* 73

5.1 Definiţii 73
5.2 Noţiuni generale asupra cartografiei 73
5.3 Noţiuni asupra proiecţiilor cartografice 74
5.4 Clasificarea proiecţiilor cartografice 75
5.4.1 Clasificarea proiecţiilor cartografice după caracterul deformărilor 76
5.4.1.1 Proiecţiile conforme 76
5.4.1.2 Proiecţiile echivalente 76
5.4.1.3 Proiecţiile arbitrare 77
5.4.2 Clasificarea proiecţiilor cartografice după aspectul reţelei cartografice 77
5.4.2.1 Proiecţiile perspective 77
5.4.2.2 Proiecţiile conice 79

5.4.2.3 Proiecţiile cilindrice 79
5.4.2.4 Proiecţiile azimutale 80
5.4.2.5 Proiecţiile pseudoconice 80
5.4.2.6 Proiecţiile pseudocilindrice 81
5.4.2.7 Proiecţiile policonice 81
5.5 Proiecţia cilindrică transversală conformă Gauss 82
5.5.1 Noţiuni generale asupra sistemului de proiecţie 82
5.5.2 Baza matematică a hărţilor în proiecţia Gauss 83
5.5.3 Nomenclatura hărţilor în proiecţia Gauss 85
5.5.4 Cadrul hărţilor în proiecţia Gauss, reţeaua rectangulară şi inscripţiile exterioare .....
5.5.4.1 Cadrul hărţilor 92
5.5.4.2 Reţeaua rectangulară 92
5.5.4.3 Inscripţiile exterioare 93
5.5.5 Deformările în proiecţia Gauss 95
5.6 Proiecţia cilindrică normală conformă Mercator 96
5.7 Scările hărţilor şi ale planurilor 96
5.7.1 Noţiuni generale despre scara hărţilor şi a planurilor 98
5.7.2 Scara numerică 98
5.7.3 Scara grafică simplă 99
5.7.4 Scara grafică compusă 101
5.7.5 Transformarea scărilor 102
5.8 Harta internaţională la scara 1 : 1 000 000 103
5.9 Harta lumii la scara 1 : 2 500 000 104
5.9.1 Generalităţi 106
5.9.2 Limba vorbită în harta lumii 106
5.9.3 Baza matematică a hărţii lumii 106
5.9.4 Nomenclatura hărţilor la scara 1 : 2 500 000 107
5.9.5 Reţeaua cartografică 107
5.9.6 Conţinutul hărţii 109

Capitolul al 6-lea *REPREZENTAREA DETALIILOR TERENULUI PE HĂRŢILE TOPOGRAFICE* 111

6.1 Semne convenţionale 111
6.1.1 Semnele convenţionale de contur 111
6.1.2 Semnele convenţionale de scară 111
6.1.3 Semnele convenţionale explicative 112
6.2 Reprezentarea punctelor de bază 113
6.3 Reprezentarea localităţilor 115
6.4 Reprezentarea construcţiilor industriale, agricole şi social-culturale 118
6.5 Reprezentarea conductelor, împrejmuirilor, rambleelor, debleurilor şi limitelor 125
6.6 Reprezentarea reţelei de comunicaţii 128
6.6.1 Reprezentarea căilor ferate 129
6.6.2 Reprezentarea drumurilor 131
6.7 Reprezentarea hidrografiei 135
6.8 Reprezentarea reliefului 137
6.8.1 Metoda planului cotat 138
6.8.2 Metoda curbelor de nivel 138
6.8.3 Reprezentarea pe hartă a formelor de relief, prin curbe de nivel 141
6.8.4 Alte metode de reprezentare a reliefului 147
6.8.4.1 Reprezentarea reliefului prin haşuri 147
6.8.4.2 Reprezentarea reliefului prin tente cu umbrire 147
6.8.4.3 Reprezentarea reliefului prin tente hipsometrice 147
6.8.4.4 Metoda hărţilor în relief 148
6.8.4.5 Procedeul perspectivei 149

		149
6.8.4.6	Procedeul stereoscopic	149
6.9	Reprezentarea pe hartă a elementelor de sol și vegetație	154
6.10	Scrierea denumirilor și a inscripțiilor explicative	
6.11	Evidențierea unor semne convenționale pe harta la scara 1 : 200 000	158
		160
6.12	Colorarea hărților	
Capitolul al 7-lea	*PROBLEME CE SE POT REZOLVA PE HARTĂ LA CABINET*	163
		163
7.1	Determinarea distanțelor	163
7.1.1	Cu folosirea riglei gradate	163
7.1.2	Cu folosirea scării grafice simple	164
7.1.3	Cu folosirea scării grafice compuse	165
7.1.4	Cu folosirea curbimetrului	166
7.2	Construirea profilurilor	166
7.2.1	Profilul complet	168
7.2.2	Profilul simplificat	168
7.2.3	Profilul unei linii frînte	170
7.3	Determinarea vizibilității între puncte	171
7.4	Determinarea zonelor văzute și nevăzute	172
7.5	Determinarea echidistanței	174
7.6	Determinarea diferențelor de nivel și a cotelor	176
7.7	Determinarea unghiului de pantă	177
7.7.1	Prin calcul	178
7.7.2	Cu ajutorul scării pantelor	179
7.7.3	Din vedere, prin apreciere	180
7.8	Determinarea suprafețelor	181
7.8.1	Prin metoda grafică	183
7.8.2	Prin metoda mecanică	183
7.9	Determinarea coordonatelor geografice ale unui punct	184
7.10	Determinarea coordonatelor rectangulare ale unui punct	185
7.11	Determinarea azimutului magnetic	
Capitolul al 8-lea	*PROBLEME CE SE POT REZOLVA CU AJUTORUL HĂRȚII LA TEREN*	188
		188
8.1	Orientarea în teren	188
8.1.1	Orientarea hărții față de detaliile din teren	190
8.1.2	Orientarea hărții cu busola	191
8.2	Determinarea punctului de stație	191
8.2.1	Din vedere, după detalii apropiate	191
8.2.2	Prin radiere	191
8.2.3	Prin intersecție	192
8.2.4	Cu ajutorul hîrtiei de calc	193
8.3	Identificarea sau traspunerea pe hartă a detaliilor din teren	193
8.4	Identificarea în teren a unui detaliu reprezentat pe hartă	194
8.5	Deplasarea în teren după hartă	
Capitolul al 9-lea	*PREGĂTIREA HĂRȚILOR TOPOGRAFICE PENTRU LUCRUL DE STAT MAJOR*	196
		196
9.1	Considerații generale	196
9.2	Studiul caracteristicilor hărților	197
9.3	Asamblarea hărților	201
9.4	Toaletarea hărții	202
9.5	Ținerea la curent a hărților de lucru	

Partea a III-a **FOTOGRAFIILE AERIENE ŞI TERESTRE ALE TERENULUI**

Capitolul al 10-lea *FOLOSIREA FOTOGRAFIILOR TERENULUI ÎN SCOPURI MILITARE* 207

10.1 Importanţa fotografiilor terenului în operaţiunile militare.. 207
10.2 Obţinerea fotografiilor terenului 208
10.2.1 Obţinerea fotografiilor aeriene 208
10.2.1.1 Camerele fotoaeriene 208
10.2.1.2 Mijloace fotografice 209
10.2.1.3 Mijloace purtătoare pentru camerele fotoaeriene..... 209
10.2.2 Obţinerea fotografiilor terestre 210
10.3 Clasificarea fotografiilor..... 211
10.4 Domeniile de folosire a fotografiilor în scopuri militare 212

Capitolul al 11-lea *NOŢIUNI DE FOTOGRAMMETRIE* 213

11.1 Definiţia fotogramei şi elementele ei caracteristice..... 213
11.2 Fotografii aeriene perspective 215
11.3 Scara fotogramei 216
11.4 Proprietăţile generale ale fotogramei 222
11.5 Deformarea imaginii terenului pe fotograme..... 222
11.5.1 Deformări datorate diferenţelor de nivel ale terenului..... 222
11.5.2 Deformări datorate înclinării axului de fotografiere 225
11.6 Orientarea în teren cu ajutorul fotogramei 225
11.6.1 Cu ajutorul hărţii 225
11.6.2 Cu ajutorul umbrelor 226
11.7 Corectarea hărţilor topografice prin procedee simple, cu ajutorul fotogramelor 228
11.7.1 Prin metoda radierii sau a intersecţiei..... 229
11.7.2 Alte procedee de transpunere a detaliilor de pe fotogramă pe hartă 231
11.8 Vederea stereoscopică 232
11.9 Observarea şi măsurarea stereoscopică în fotogrammetrie .. 236
11.9.1 Vederea stereoscopică indirectă; stereograma..... 236
11.9.2 Condiţiile vederii stereoscopice indirecte..... 238
11.9.3 Descrierea stereoscopului cu oglinzi..... 238
11.9.4 Modul de lucru la stereoscopul cu oglinzi..... 240
11.9.5 Paralaxa orizontală, paralaxa verticală 242
11.9.6 Determinarea înălţimii punctelor din cuprinsul unui stereomodel 244
11.9.7 Studierea terenului cu ajutorul stereomodelului 248

Capitolul al 12-lea *FOTOINTERPRETAREA* 250

12.1 Generalităţi 250
12.2 Factorii care determină calitatea fotointerpretării 250
12.2.1 Caracteristicile obiectivelor fotografiate 250
12.2.2 Caracteristicile mediului înconjurător 251
12.2.3 Caracteristicile mijloacelor de obţinere a fotografiilor..... 251
12.2.4 Condiţii tehnice de examinare a fotografiilor..... 252
12.2.5 Pregătirea şi experienţa fotointerpretatorului 252
12.3 Indicii de identificare a obiectivelor militare..... 253
12.3.1 Indicii de identificare directi 253
12.3.2 Indicii de identificare indirecţi 253
12.4 Procedee de fotointerpretare 254
12.4.1 Fotointerpretarea selectivă generală 254
12.4.2 Fotointerpretarea selectivă de specialitate 255
12.5 Confruntarea rezultatelor fotointerpretării 255
12.6 Posibilităţile fotointerpretării 255
12.7 Scara de fotografiere 256

12.8 Transmiterea rezultatelor fotointerpretării 263
12.8.1 Rapoarte 263
12.8.2 Fotoschema de cercetare 264
12.8.3 Schiţe de fotointerpretare 266
12.8.4 Fotopanorama 266
12.8.5 Albume de etalonare 267

Partea a IV-a **LUCRĂRI DE TEREN ŞI CALCULE ÎN SCOPURI TOPOGRAFICE**

Capitolul al 13-lea *CALCULE TOPOGRAFICE* 271
13.1 Calculul distanţei între două puncte din coordonate rectangulare Gauss 271
13.2 Calculul orientării direcţiei între două puncte din coordonate rectangulare Gauss 275
13.3 Calculul convergenţei meridianelor în cazul proiecţiei Gauss 277
13.3.1 Cîteva indicaţii asupra utilizării practice a unghiului de convergenţă a meridianelor 280
13.4 Calculul azimutului unei direcţii 283
13.4.1 Din coordonate rectangulare 283
13.4.2 Cu ajutorul busolei sau declinatorului 284
13.5 Reducerea la orizont a distanţelor înclinate 286
13.6 Calculul cotelor punctelor 288
13.6.1 Nivelment geometric 288
13.6.1.1 Nivelment geometric de mijloc 288
13.6.1.2 Nivelment geometric înainte 289
13.6.2 Nivelment trigonometric 290
13.6.3 Nivelment barometric 292
13.7 Calculul vizibilităţii dintre două puncte 292
13.8 Transcalcularea coordonatelor geografice în coordonate rectangulare Gauss şi invers 294
13.8.1 Transcalcularea coordonatelor geografice în coordonate rectangulare 294
13.8.2 Transcalcularea coordonatelor rectangulare în coordonate geografice 296

Capitolul al 14-lea *DETERMINĂRI DE AZIMUTE ASTRONOMICE PRIN METODE EXPEDITIVE* 301
14.1 Generalităţi 301
14.2 Noţiuni generale despre punctele, direcţiile şi planurile fundamentale ale sferei cereşti 302
14.3 Sisteme de coordonate folosite în astronomia geodezică 303
14.3.1 Coordonate orizontale 303
14.3.2 Coordonate orare 304
14.3.3 Coordonate ecuatoriale 305
14.4 Noţiuni asupra timpului şi măsurii lui 306
14.4.1 Timpurile folosite în astronomie 306
14.4.1.1 Timpul sideral 306
14.4.1.2 Timpul solar 307
14.4.2 Transformări de timp 308
14.5 Determinări expeditive de azimut astronomic 310
14.5.1 Generalităţi 310
14.5.2 Principiul de determinare a azimutului unei direcţii 312
14.5.3 Determinări expeditive de azimut prin observaţii asupra Stelei Polare 312
14.5.3.1 Efectuarea observaţiilor 313
14.5.3.2 Efectuarea calculelor 315
14.5.4 Determinări expeditive de azimut prin observaţii asupra Soarelui 319

14.5.4.1 Efectuarea observațiilor 319
14.5.4.2 Efectuarea calculelor 321

Capitolul al 15-lea *INSTRUMENTE ȘI APARATE FOLOSITE ÎN TOPOGRAFIE PENTRU LUCRĂRI EXPEDITIVE*..... 331

15.1 Instrumente pentru trasarea aliniamentelor și unghiurilor.. 331
15.1.1 Instrumente 331
15.1.1.1 Jalonul 331
15.1.1.2 Echerul simplu (arpentor, mecanic) 332
15.1.1.3 Echerul cu oglinzi 332
15.1.1.4 Echerul cu prisme triunghiulare 333
15.1.2 Metode de trasări 334
15.1.2.1 Alinieri 334
15.1.2.1.1 Jalonarea unui aliniament 334
15.1.2.1.2 Prelungirea unui aliniament 334
15.1.2.1.3 Trasarea unui aliniament cu capete inaccesibile sau fără vizibilitate reciprocă 335
15.1.2.1.4 Jalonarea peste o vale sau rîpă 336
15.1.2.1.5 Determinarea intersecției a două drepte pe teren 337
15.1.2.2 Trasarea unghiurilor 337
15.1.2.2.1 Ridicarea sau coborîrea unei perpendiculare pe un aliniament 338
15.1.2.2.2 Ducerea unei paralele la o dreaptă dată, printr-un punct dat 338
15.1.2.2.3 Prelungirea unui aliniament peste un obstacol 338
15.2 Instrumente pentru măsurarea distanțelor 338
15.2.1 Instrumente pentru măsurare directă 339
15.2.1.1 Panglica de oțel 339
15.2.1.2 Ruleta de oțel 339
15.2.1.3 Firul metalic 340
15.2.1.4 Instrumente auxiliare 340
15.2.2 Modul de folosire a instrumentelor pentru măsurarea directă a distanțelor 340
15.2.3 Corecțiile ce se aplică distanțelor măsurate direct 341
15.2.3.1 Corecția de etalonare 343
15.2.3.2 Corecția de temperatură 343
15.2.3.3 Corecția de întindere 344
15.2.4 Instrumente pentru măsurare indirectă 344
15.2.4.1 Telemetre pentru măsurări expeditive 345
15.2.4.1.1 Telemetrul monocular 345
15.2.4.1.2 Telemetrul binocular 345
15.2.4.2 Telemetre pentru măsurări precise 345
15.2.4.2.1 Generalități 346
15.2.4.2.2 Telemetrul cu coincidență 346
15.2.4.2.3 Telemetrul stereoscopic 347
15.3 Instrumente simple pentru măsurarea unghiurilor orizontale 348
15.3.1 Rigla gradată în miimi 350
15.3.2 Grafometrul (alidada cu pinule) 350
15.3.3 Pantometrul 351
15.3.4 Binoclul 352
15.4 Instrumente simple pentru măsurarea unghiurilor verticale .. 353
15.4.1 Eclimetrul 354
15.4.1.1 Eclimetrul cu fir cu plumb 354
15.4.1.2 Eclimetrul cu disc 355
15.4.2 Clizimetrul 356
15.5 Instrumente pentru determinarea expeditivă a cotelor 356
15.5.1 Barometrul cu mercur 357
15.5.2 Barometrul aneroid (metalic) 357
358

15.5.2.1 Modul de intrebuințare a barometrului aneroid pentru determinări expeditive de cote 359
15.5.3 Hipsometrul 361
15.6 Instrumente și aparate pentru ridicări sau lucrări topografice 361
15.6.1 Planșeta cu bretele 361
15.6.2 Stația topografică 362
15.6.3 Goniometrul-busolă 364
15.6.4 Goniometrul binocular 365
15.6.5 Goniometrul-planșetă 366
15.7 Instrumente de birou 366
15.7.1 Rigla și echerul 366
15.7.2 Raportorul 367
15.7.2.1 Raportorul simplu 368
15.7.2.2 Raportorul circular 368
15.7.3 Compasul cu tije.. 370
15.7.3.1 Trasarea caroiajului rectangular 370
15.7.4 Compasul de reducție 372
15.7.5 Coordonatograful de campanie 373

Capitolul al 16-lea *RIDICĂRI TOPOGRAFICE* 376
16.1 Generalități 376
16.2 Metode analitice de ridicare topografică 376
16.2.1 Metoda radierii 377
16.2.2 Metoda drumuirii 380
16.2.2.1 Noțiuni generale 380
16.2.2.2 Condițiile de executare a lucrărilor de teren 381
16.2.2.3 Lucrările de calcule 382
16.2.3 Metoda intersecției 387
16.2.3.1 Intersecția directă 387
16.2.3.2 Intersecția inversă 389
16.3 Ridicări topografice expeditive prin metode grafice 391
16.3.1 Considerații generale 391
16.3.2 Conținutul ridicării topografice expeditive 393
16.3.3 Raportarea pe planșetă a punctului inițial și a direcțiilor 393
16.3.4 Metode pentru raportarea detaliilor din teren 396
16.3.4.1 Metoda radierii 396
16.3.4.2 Metoda drumuirii 397
16.3.4.3 Metoda turului de orizont 398
16.3.4.4 Metoda perpendicularelor 399
16.3.4.5 Metoda aliniamentelor 400
16.3.4.6 Metoda intersecției 401
16.3.5 Ridicarea expeditivă a reliefului 403
16.3.6 Organizarea lucrărilor de ridicări expeditive 405
16.3.7 Eroarea de închidere și eliminarea ei 406
16.4 Exemplu de ridicare topografică expeditivă, pe cale grafică. 407
16.4.1 Pregătirea pentru lucru 407
16.4.2 Operațiile din primul punct de stație 408
16.4.3 Operațiile în al doilea punct de stație 408
16.4.4 Operațiile în al treilea punct de stație 410
16.4.5 Operațiile în al patrulea punct de stație 411
16.4.6 Operațiile în al cincilea punct de stație și în continuare 412

BIBLIOGRAFIE 415

OBIECTUL ŞI IMPORTANŢA TOPOGRAFIEI MILITARE

Topografia este o ramură a ştiinţei geodezice care se ocupă cu studiul metodelor de măsurare a terenului şi reprezentarea acestuia pe o suprafaţă plană, sub formă de hărţi.

În prezent, topografia se bazează pe două tehnici de reprezentare în plan a terenului, şi anume pe tehnica măsurărilor terestre *(topografia clasică* sau *generală)* şi pe tehnica fotogrammetrică *(topo-fotogrammetria)*.

Topografia militară este o parte a topografiei generale şi are ca obiect metodele de studiere a terenului, de folosire a hărţilor şi fotogramelor, executarea unor măsurări expeditive în teren şi întocmirea unor schiţe ale terenului în scopul organizării, planificării şi conducerii acţiunilor de luptă ale trupelor. Astăzi sînt de neînchipuit organizarea, planificarea şi pregătirea oricărei acţiuni de luptă fără folosirea hărţilor topografice de către comandanţi şi statele majore.

Ţinînd seama de importanţa terenului în organizarea şi desfăşurarea luptei, topografia militară trebuie considerată ca un element de bază, ca parte componentă a pregătirii tactice şi operative a comandanţilor. Arta de a studia terenul, de a aprecia just influenţa pe care o are în observare, mascare şi luarea hotărîrilor este de aceeaşi importanţă cu cercetarea inamicului şi cu judicioasa folosire a tehnicii şi armamentului.

Terenul de orice natură este multilateral prin el însuşi, cuprinzînd multe detalii şi elemente care nu pot fi prevăzute în nici o descriere, nu pot fi cuprinse în nici o indicaţie. Trupele, în desfăşurarea diferitelor acţiuni de luptă, au de întîlnit toată varietatea de detalii şi caracteristici specifice terenului, ale căror proprietăţi tactice vor depinde la rîndul lor de condiţiile climaterice şi atmosferice, de anotimp. Toate acestea impun cu necesitate o studiere amănunţită şi continuă a terenului.

CAPITOLUL 1

Terenul și caracteristicile lui din punct de vedere tactic

1.1 Elementele topografice ale terenului

La studierea terenului se au în vedere următoarele două elemente topografice:

— relieful,

— detaliile de planimetrie.

Prin *relief* se înțelege totalitatea neregularităților suprafeței terestre și este cel mai important element dintre componentele fizico-geografice ale unei regiuni date, el avînd o mare pondere în viața și activitatea omului în general. Din punct de vedere militar, relieful prezintă o importanță deosebită în organizarea, planificarea și ducerea acțiunilor de luptă ale trupelor.

Neregularitățile suprafeței terestre se prezintă sub forme de teren concave și convexe, adică sub formă de ridicături și adînciturі. În ambele situații, pentru caracteristica reliefului, sînt deosebit de importante cotele absolute ale punctelor, înălțimea diferitelor puncte deasupra terenului înconjurător (cotele relative) și gradul de înclinare a pantelor.

Prin *detalii de planimetrie* se înțeleg anumite elemente dispuse pe suprafața Pămîntului, care după natura lor se împart în:

— *detalii naturale*, ca: rîuri, lacuri, păduri, mlaștini, terenuri nisipoase, pietroase etc.;

— *detalii artificiale*, ca: localități, construcții industriale și social-culturale, căi de comunicații, linii de transmisiuni, conducte de diferite feluri, canale, diguri, grădini și altele.

Totalitatea detaliilor de planimetrie se împarte în următoarele categorii principale:

— localități;

— rețea de comunicații și construcții anexă;

— hidrografie;

— elemente de sol și vegetație.

Detaliile de planimetrie și relieful determină caracterul terenului. Acesta poate fi descoperit sau acoperit din punctul de vedere al observării și mascării, accesibil sau greu accesibil pentru mișcarea trupelor și folosirea diferitelor mijloace tehnice de luptă și în general favorabil sau nefavorabil executării unor anumite acțiuni militare.

1.2 Formele caracteristice de relief

Din marea varietate a formelor de relief ale suprafeței terestre se desprind cîteva forme tipice principale, caracteristice. Acestea sînt următoarele: înălțimea, depresiunea, creasta, valea, șaua și șesul. În cele ce urmează vom face o scurtă descriere și caracterizare a acestor forme.

1.2.1 Înălțimile

Înălțimile sînt alcătuite în mod diferit, toate avînd, în general, forme conice sau de cupolă, deosebindu-se:

— *muntele*, cu înălțimi de peste 800 m deasupra nivelului mării;

— *dealul*, avînd înălțimi cuprinse între 200-800 m;

— *mamelonul*, o înălțime în formă de cupolă, care se ridică deasupra terenului înconjurător cu 25-150 m;

— *movila* este un mamelon de dimensiuni mai mici, în general fiind o formă artificială de teren;

— *colina și măgura* sînt înălțimi mici cu pante line, care se pierd pe nesimțite în terenul înconjurător.

La o înălțime se deosebesc:

— *vîrful* — partea cea mai de sus a unei înălțimi; de regulă are formă de cupolă, dar cîteodată ia o formă ascuțită, denumită *pisc*, sau se prezintă sub forma unei platforme orizontale denumite *platou*;

— *versanții* — suprafețele laterale ale înălțimilor; sînt în pantă lină dacă înclinarea lor este sub 5°, în pantă mijlocie la o înclinare de 5°-20° și abrupți la o înclinare de peste 20°;

— *piciorul pantei* — linia de trecere a versanților în terenul înconjurător sau baza înălțimii, bine conturată din toate părțile.

1.2.2 Depresiunea

Depresiunea este o adîncime de teren închisă de înălțimi din toate părțile. La o depresiune se deosebesc *fundul*, adică partea cea mai de jos, *pereții* înconjurători și *marginea*, adică limita de sus a pereților, de unde se face trecerea la terenul înconjurător.

O depresiune de mai mică întindere se numește *căldare* sau *găvan*, constituind forma inversă a mamelonului; o depresiune cu pereții abrupți, avînd o înclinare uniformă, se numește *pîlnie*.

1.2.3 Creasta

Creasta (culmea, botul de deal, crupa) este o înălțime prelungită într-o anumită direcție, care coboară pînă la terenul înconjurător. Cei doi versanți ai unei creste se întretaie după *linia de creastă* sau *linia de despărțire a apelor*

(cumpăna apelor). Privită în spațiu, creasta este o linie sinuoasă, determinată de vîrfuri, șei și chiar întreruptă în cazul pasurilor sau trecătorilor.

Pintenul este o ridicătură mică, atît ca înălțime cît și ca întindere, constituind o prelungire a crestei.

1.2.4 Valea

Valea este o adîncitură prelungită, care coboară într-o anumită direcție. La o vale se deosebesc *originea* — partea cea mai de sus de unde începe valea, *firul văii* sau *talvegul* — linia de întîlnire a versanților, fiind partea cea mai de jos a văii, în care se strîng și se scurg apele ce se colectează de pe versanți și *gura văii* — adică confluența a două văi. O vale mare, largă, cu fundul ușor înclinat, se numește *luncă*. În terenurile muntoase se găsesc văi foarte înguste și adînci, cu versanții foarte abrupți. Acestea se numesc *chei*, iar cînd sînt mai largi — *trecători*.

Atît la șes, cît și în regiunile deluroase se întîlnesc adeseori rupturi de teren provocate de ape de izvor sau de ploi și care se măresc în adîncime sau lărgime an de an. Acestea se numesc *rîpe* și au malurile abrupte, fără iarbă, cu versanții aproape verticali, formate din pămînt moale sau nisipos ce se roade ușor. Rîpele de dimensiuni mai mici se numesc *ravene*. Cu timpul, acestea încetează de a mai crește, malurile lor se nivelează ușor, devin mai puțin abrupte și se acoperă cu iarbă; aceste forme de teren se numesc *ogașe*.

1.2.5 Șaua

Șaua este porțiunea de creastă dintre două vîrfuri consecutive, avînd forma asemănătoare cu șaua de călărie. Este în același timp atît locul de întîlnire a doi munți sau două dealuri, cît și locul de formare a două văi ce coboară în cele două părți opuse ale crestei. De obicei, dar mai ales în terenurile muntoase, drumurile de toate categoriile și potecile trec peste creste prin șei.

1.2.6 Șesul

Șesul este o formă plată de teren cu mici ondulații. Șesurile situate pînă la o înălțime de 200 m deasupra nivelului mării sînt *cîmpii*, iar cele situate deasupra acestei înălțimi sînt *podișuri*.

Vîrful, fundul depresiunii și șaua sînt *punctele caracteristice* ale reliefului, iar linia de despărțire a apelor și firul văii (talvegul) sînt *liniile caracteristice*

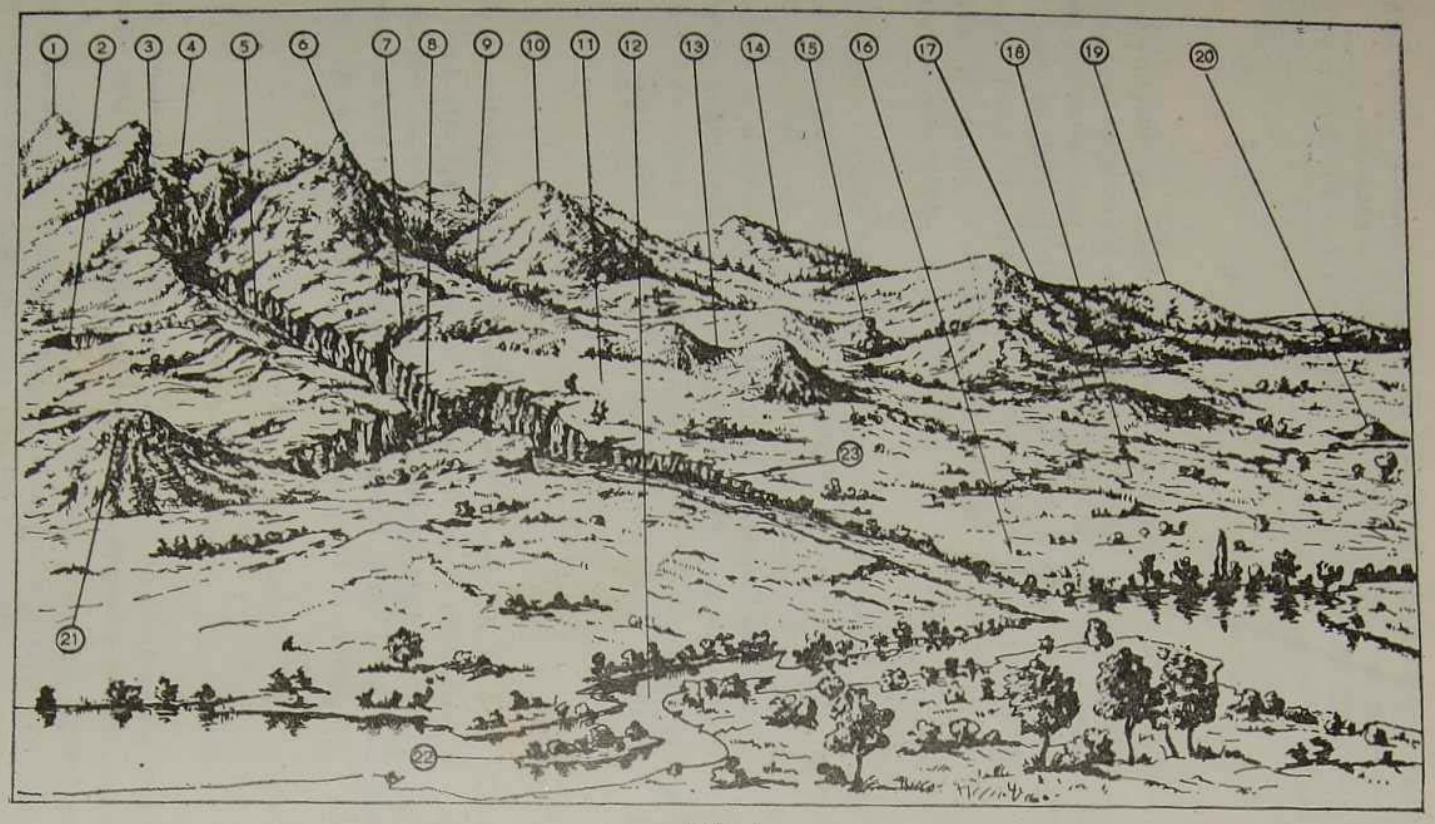


FIG. 1

1 — Vîrf; *2* — Pilnie; *3* — Abrupt alpin; *4* — Ripă stîncoasă; *5* — Defileu; *6* — Pisc; *7* — Viroagă; *8* — Con de dejecție; *9* — Talveg; *10* — Mamelon; *11* — Platou; *12* — Meandru; *13* — Șa; *14* — Creastă; *15* — Pinten; *16* — Luncă; *17* — Colină; *18* — Gîvan; *19* — Deal; *20* — Movilă; *21* — Măgură; *22* — Insulă; *23* — Mal ripos.

ale terenului. Ele formează un schelet ce determină pe de o parte caracterul reliefului, iar pe de altă parte, poziția reciprocă a neregularităților sale.

În figura 1 este redată o porțiune de teren văzută în perspectivă, pe care se pot distinge o parte din formele caracteristice de relief amintite mai sus.

1.2.7 Cunoașterea formelor caracteristice ale reliefului

Cunoașterea formelor caracteristice ale reliefului ușurează studiul terenului din punct de vedere militar, întrucît caracterul general al unui ținut oarecare este în bună măsură determinat de condițiile de relief. De aceea nu este lipsită de interes inserarea unor condiții generale asupra principalelor categorii ale reliefului, de care să se țină seama la studierea terenului.

Înălțimea generală a terenului șes poate fi diferită, important fiind faptul că el nu prezintă diferențe de nivel mai mari de 20-25 m. După gradul de prelucrare a pămîntului, se deosebesc șesuri roditoare sau sterpe, iar după resursele hidrologice — șesuri uscate sau umede. Viteza de curgere a apelor în terenurile de șes este redusă, apele curgătoare au un traseu foarte sinuos, iar formarea insulelor și brațelor moarte constituie un fenomen frecvent. Colinele și măgurile constituie, în cele mai multe cazuri, o parte a regiunilor de șes, în care diferențele medii de nivel nu depășesc 25-50 m.

În regiunile deluroase se întîlnesc în mod frecvent diferențe de nivel cuprinse între 100-300 m. Terenurile deluroase sînt caracterizate, în general, prin creste late, rotunde, păduroase, pante line și văi largi.

Regiunile muntoase sînt caracterizate de înălțimi ce depășesc altitudinea de 800 m deasupra nivelului mării. Înălțimile ce depășesc 2 000 m formează zone cu munți înalți. Formele de relief ale acestor regiuni sînt bine conturate, iar pantele sînt în general abrupte. În văile înguste cu fund pietros curg ape repezi.

La studiul terenului este bine să se țină seamă de faptul că aspectul general al reliefului este determinat în principal de calitatea solului și rețeaua hidrografică la șes, de natura pantelor în regiunile deluroase și de înălțimile absolute la munte. Studiul atent și multilateral al terenului permite și obținerea unor date ce nu se pot reprezenta pe harta topografică, dar a căror cunoaștere prezintă interes pentru orice comandant. Spre exemplificare arătăm următoarele:

— terenurile acoperite cu păduri de foioase au o climă temperată, sănătoasă, pe cînd în zonele lipsite de păduri vara este o căldură înăbușitoare, iernile sînt aspre și geroase, cu vînturi puternice;

— munții acoperiți cu păduri de conifere sînt aspri, friguroși, iar cei situați deasupra zonelor împădurite sînt chiar sălbatici, mai ales iarna;

— o rețea hidrografică bogată în rîuri și pîrîuri caracterizează o regiune cu multe precipitații, pe cînd una cu ape ce seacă temporar arată natura secetoasă a climei;

— regiunile cu o rețea densă de localități indică bogăția rețelei de comunicații, ca și natura roditoare a terenului.

1.3 Studiul general și detaliat al terenului

Terenul constituie unul dintre elementele importante în orice situație de luptă și are o influență considerabilă asupra acțiunilor de luptă ale trupelor. Formele de teren, natura solului, detaliile de planimetrie existente pe suprafața de teren oferă largi posibilități de observare, de mascare a trupelor și mijloacelor tehnice, executarea manevrelor, ferindu-le în același timp de acțiunea focului inamic, de observarea terestră și aeriană a inamicului.

Totodată, terenul prin formele de relief, prin caracteristicile ce-i determină principalele condiții de accesibilitate poate crea greutăți în deplasarea trupelor și tehnicii de luptă; crestele de munți, trecătorile, rupturi ale terenului (viroage, ravene), mlaștinile sau vadurile, cursurile de apă creează obstacole, trecerea lor necesitînd timp, mijloace speciale și o instruire adecvată.

Studierea terenului se referă în principal la următoarele:

— studiul general al caracterului terenului;
— studiul detaliat al terenului;
— studiul condițiilor de observare și mascare;
— studiul condițiilor accesibilității terenului;
— studiul proprietăților de protecție ale terenului.

1.4 Studiul general al caracterului terenului

Studierea caracterului general al terenului în zona de acțiune a trupelor se realizează în principal cu ajutorul hărților topografice la scări convenabile, în funcție de suprafața zonei.

De la început se analizează caracterul general al reliefului — șes, deluros, muntos — , în raport cu forma de relief predominantă, avîndu-se ca elemente de bază *înălțimea absolută în metri deasupra nivelului mării* (este valoarea cotei sau a curbei de nivel înscrisă în hartă), *diferențele de nivel relative* (sînt diferențele în metri dintre cotele cu valori maxime și minime înscrise în hartă pentru aceeași formă de teren) și *înclinarea pantelor în grade* (se calculează cu ajutorul formulei, abacelor sau din vedere).

Din studiul general al terenului vor trebui să rezulte concluzii referitoare la proprietățile tactice ale terenului, în raport cu gradul de accidentare, volumul și caracterul acoperirilor naturale (păduri, localități, diferite construcții, livezi, tufărișuri etc.). În tabelele de mai jos se arată unele indicații sinteză care dau concluzii principale privind proprietățile tactice ale terenului, avînd în vedere caracterul general al reliefului (primul tabel se referă la gradul de accidentare, iar cel de al doilea, la volumul acoperirilor).

Caracterul general al reliefului (gradul de accidentare)	Caracteristicile de bază ale reliefului			Proprietăţi tactice de bază
	Înălţimea absolută deasupra nivelului mării, în metri	Diferenţele de nivel relative, în metri	Înclinarea pantelor, în grade	
Şes	Pînă la 200	Pînă la 25	1	Teren puţin accidentat; uşor accesibil pe orice direcţie; folosirea tehnicii grele este posibilă pe orice direcţie; mascarea şi protecţia împotriva armelor de nimicire în masă sînt îngreuiate
Deluros	Pînă la 800	25—200	2—5	Teren accidentat mediu; accesibil, cu excepţia unor direcţii; folosirea tehnicii grele de luptă este puţin îngreuiată pe anumite direcţii; favorizează parţial mascarea şi protecţia împotriva armelor de nimicire în masă
Muntos: munţi de înălţime mică	800—1 000	200—400	5—10	Teren accidentat; accesibil parţial; folosirea tehnicii grele de luptă este îngreuiată; favorizează mascarea şi protecţia împotriva armelor de nimicire în masă
Munţi de înălţime medie	1 000—2 000	400—1 000	10—25	Teren foarte accidentat; accesibil numai pe anumite direcţii; tehnica grea de luptă poate fi folosită numai pe anumite direcţii; favorizează mascarea; creează pericol de prăbuşiri ca urmare a loviturilor armelor de nimicire în masă
Munţi înalţi	Peste 2 000	Peste 1 000	Peste 25	Teren puternic accidentat; greu accesibil; folosirea tehnicii grele de luptă este aproape imposibilă; favorizează mascarea; în permanenţă este pericol de prăbuşiri ca urmare a loviturilor armelor de nimicire în masă

Caracterul general al reliefului	Caracterul general al terenului în raport de acoperiri	Suprafața acoperirilor naturale	Proprietăți tactice de bază
Șes	Descoperit	Pînă la 15%	Mascarea nu se asigură; de pe unele înălțimi proeminente se asigură observarea pînă la 60% din suprafață
Deluros	Semiacoperit	Aproximativ 25%	Mascarea se asigură parțial; de pe înălțimile dominante se asigură observarea pentru aproximativ 40% din suprafață
Muntos, deluros	Acoperit	Aproximativ 30% și mai mult	Mascarea se asigură complet; de pe înălțimile dominante se asigură observarea pentru mai puțin de 25% din suprafață

1.5 Studiul detaliat al terenului

Studierea detaliată a terenului se face în raport cu misiunea de luptă primită, pe sectoare sau fîșii de teren, avîndu-se în vedere succesiunea executării misiunii și acțiunile probabile ale inamicului.

Atît harta, cît și fotogramele constituie principalele mijloace pentru studierea detaliată a terenului. În tabelul ce urmează se dau principalele mijloace și procedee de studiere detaliată a elementelor terenului.

Elementele terenului și caracteristicile lui	Principalele mijloace și procedee de studiere
Formele de relief	
— Înălțimea absolută	Harta — cu ajutorul valorii cotelor și a curbelor de nivel
— Înălțimea relativă	Harta — din diferențele valorilor cotelor celor mai mari și celor mai mici
— Lungimea (lățimea)	Harta — prin măsurare la scara hărții
— Înclinarea pantelor	Harta — scara grafică a pantelor de pe hărțile la scările 1 : 25 000, 1 : 50 000 și 1 : 100 000, prin calcul cu ajutorul formulei sau folosind abace
Ripe	
— Lățimea	Harta—după semnul convențional, măsurare sau inscripțiile numerice care însoțesc semnul convențional Fotograma — prin măsurări la scară
— Lungimea	Harta — prin măsurare la scara hărții Fotograma — prin măsurări la scară
— Adîncimea	Harta — după inscripțiile de pe hartă Fotograma — prin măsurarea diferenței dintre cota de la partea inferioară și cea de la partea superioară

Elementele terenului și caracteristicile lui	Principalele mijloace și procedee de studiere
Rețeaua hidrografică	
— Lățimea	Harta — după inscripții, după dimensiunile semnului convențional folosit (cu o linie sînt reprezentate rîurile cu lățimea de 0,1 mm la scara hărții, cu două linii rîurile cu lățime de 0,1—0,6 mm la scara hărții; rîurile mai late se reprezintă la scară) Fotograma — prin măsurare la scară
— Adîncimea	Harta — după inscripții Fotograma — după indicii speciale și un studiu adecvat
— Viteza curentului	Harta — după inscripții; aproximativ după forma de relief, avîndu-se în vedere că în munți curentul este mare (peste 2 m/s), în teren deluros în general este un curent mediu (0,25 m/s-1m/s), la șes curentul este slab (pînă la 0,25 m/s) Fotograma—după indicii speciali și un studiu adecvat
— Natura fundului	Harta — după inscripții; aproximativ după viteza curentului (pînă la 0,25 m/s — mîl; 0,25-0,5 m/s — nisip; 0,5-1,0 m/s — nisip în granulație mare, peste 1,0 m/s — pietriș, piatră) Fotograma—după indicii speciali și un studiu adecvat
— Înălțimea malurilor	Harta — după valorile înscrise Fotograma—după indicii speciali și un studiu adecvat
Mlaștini	
— Suprafața, lungimea, lățimea	Harta — prin măsurare la scară Fotograma — prin măsurare la scară
— Adîncimea	Harta — după inscripții
— Accesibilitatea, gradul de accesibilitate, perioada și pentru ce mijloace este accesibilă	Harta — după semnul convențional: inaccesibile, greu accesibile, accesibile pentru om pe timp de vară
Păduri	
— Suprafața	Harta — prin măsurare la scară Fotograma — prin măsurare la scară
— Specia arborilor	Harta — după inscripție și semnul convențional
— Înălțimea, grosimea și densitatea arborilor pe 100 m²	Harta — după inscripție

Celelalte detalii planimetrice — localități, șosele, baraje, canaluri, poduri etc. — pot fi de asemenea studiate în mod amănunțit, folosind harta topografică sau fotograma.

1.6 Studiul condițiilor de observare și mascare

Condițiile de observare și mascare se analizează pe hartă pe sectoare și se apreciază după posibilitățile de vizibilitate din toate punctele de observare posibile și necesare.

În același timp trebuie luată în considerare folosirea mijloacelor moderne de observare — optice, de radiolocație, televiziune etc., precum și schimbă-

rile care pot surveni în timpul luptei — noi alniiamente în ofensivă, posibilități de manevră în apărare.

La stabilirea posibilităţilor de observare şi mascare vor trebui să se aibă în vedere:

— determinarea aliniamentelor dominante, înălțimile sau obiectivele locale pe care este indicată dispunerea punctelor de observare;

— stabilirea acoperirilor naturale (păduri, localități, tufărișuri), care împiedică observarea;

— determinarea limitelor maxime de observare.

Rezultatele studiului se materializează grafic pe hartă. Condițiile de mascare se determină prin studierea condițiilor de observare pe care le are inamicul asupra trupelor noastre, ţinînd seama de cele arătate mai sus.

1.7 Studiul condițiilor accesibilității terenului

Accesibilitatea terenului se studiază avîndu-se în vedere misiunea, caracteristicile tehnico-tactice ale tehnicii de luptă şi transport, în raport cu formele de relief, rețeaua hidrografică, vegetație, natura solului şi starea vremii. Toate aceste elemente trebuie avute în vedere în mod deosebit atunci cînd accesibilitatea se studiază nu față de rețeaua de comunicații, ci în afara acesteia.

Terenul, după gradul de accesibilitate (în afara rețelei de comunicații), se poate clasifica în:

— *Teren ușor accesibil* — nu limitează viteza şi direcția de deplasare în diferite dispozitive, fără amenajări sau consolidări ale terenului.

— *Teren accesibil* — limitează foarte puțin viteza şi direcția de deplasare; în unele locuri sînt necesare amenajări sau consolidări. Deplasarea mașinilor pe roți (cu capacitate de trecere obișnuită) este oarecum îngreuiată.

— *Teren greu accesibil* — permite deplasarea mașinilor pe șenile cu viteză mică, numai pe anumite direcții. Deplasarea mașinilor pe roți (cu capacitate de trecere obișnuită) este aproape imposibilă. Limitează folosirea tehnicii de luptă în dispozitive dispersate.

— *Teren inaccesibil* — nu permite deplasarea mașinilor pe șenile şi pe roți.

În cele ce urmează sînt arătate cîteva indicii privind accesibilitatea terenului şi vitezele de deplasare a tehnicii de luptă.

Categoria tehnicii sau a mijloacelor de transport	Înclinarea pantelor accesibile, în grade
Autoturisme şi camioane	Pînă la 10-15
Automobile cu capacitate de trecere mărită	Pînă la 20-30
Animale samarizate	Pînă la 30
Tractoare şi mașini de tractat fără remorci	Pînă la 30
Tractoare şi mașini de tractat cu remorci	Pînă la 15-25
Tancuri	Pînă la 30-35 (urcușurile scurte de 5-10 m, cînd au panta pînă la 40°, sînt accesibile pentru tancuri)

Viteza aproximativă de deplasare în funcție de înclinarea pantei (pentru urcare — teren uscat și tare)

Categoria de tehnică	Viteza de deplasare în km/oră și înclinarea pantei			
	3°-6°	6°-10°	10°-15°	15°-20°
Automobile	20-15	15-12	12-8	8-5
Mașini de tractat	12-10	10-7	7-5	5-3
Tancuri	15-12	12-10	10-6	6-4

Accesibilitatea unor ripe, șanțuri, rupturi de teren (terenul uscat și tare)

Categoria de tehnică	Înălțimea accesibilă a peretelui, în metri	Lățimea accesibilă, în metri
Tancuri	Pînă la 0,85	Pînă la 2,4
Tractoare și mașini de tractat fără remorci	Pînă la 0,4-0,6	Pînă la 1,6-2,0
Automobile (cu capacitate de trecere mărită)	—	Pînă la 0,5-0,8

Posibilitatea de trecere prin vad a unui curs de apă

Arma și categoria de tehnică	Adîncimea admisibilă de trecere în metri, în funcție de viteza curentului		
	0-1 m/s	1 m/s-2 m/s	Peste 2 m/s
Trupe în formație pe jos	1,0	0,8	0,6
Automobile			
— autoturisme	0,6	0,5	0,4
— camioane 2—3 t	0,8	0,7	0,6
— camioane 5 t	0,9	0,8	0,7
Artileria pe mașini de tractat cu șenile	1,0	0,9	0,8
Tractoare	0,8	0,7	0,6
Tancuri mijlocii	1,2	1,1	1,0
Tancuri grele	1,5	1,4	1,3

NOTĂ: — Înclinarea malului la ieșirea din apă nu trebuie să depășească pentru automobile 4°-6°, iar pentru mașini de tractat, tractoare și tancuri 10°-15°.
— Adîncimea vadului cuprinde stratul de apă și stratul de mîl pînă la terenul tare.
— În cazul ermetizării motorului, adîncimea admisibilă a vadului pentru automobile poate fi mărită cu 40%-60%.

Accesibilitatea stratului de zăpadă

Categoria de tehnică	Înclinarea pantei, în grade	Grosimea accesibilă a stratului de zăpadă, în cm
Tancuri	0-5	Pînă la 60-75
	5-10	Pînă la 40-55
	10-15	Pînă la 30-45
	15-20	Pînă la 25
Tractoare și mașini de tractat	0-5	Pînă la 50-60
Automobile	0-5	Pînă la 25-30

Studiul accesibilității se ușurează în mod substanțial prin folosirea hărților speciale — harta rutieră, harta accesibilității, harta cursurilor de apă etc.

1.8 Studiul proprietăților de protecție ale terenului

În procesul analizei proprietăților de protecție ale terenului se stabilește în mod deosebit influența formelor de relief și a acoperirilor naturale asupra acțiunii și folosirii armelor de nimicire în masă.

Relieful și acoperirile naturale (în special pădurea) exercită o influență asupra undei de șoc și a undei luminoase. În teren șes, descoperit, se observă o diminuare treptată a presiunii în unda de șoc, pe măsura creșterii distanței de la epicentrul exploziei. În teren accidentat, o dată cu mărirea distanței presiunea scade neuniform; scade pe contrapante o dată cu creșterea înclinării pantei, scade în rîpe și vîlcele înguste, adînci și sinuoase, dispuse perpendicular pe direcția de propagare a undei de șoc. În schimb acțiunea de nimicire a undei de șoc crește pe pantele din față cu înclinare mare, în defilee și văi orientate pe direcția de propagare a undei de șoc.

Acțiunea de distrugere a armelor de nimicire în masă slăbește oarecum în zone cu păduri dese; presiunea se reduce prin frînarea de către arbori a maselor de aer care se deplasează, iar radiația de lumină se ecranează de către coroanele arborilor, în special a celor din categoria foioase. Pădurile contribuie la protecția și mascarea trupelor și tehnicii de luptă împotriva distrugerilor provocate de armele de distrugere în masă, însă în același timp îngreuiază acțiunile trupelor în cazul formării abatizelor sau incendiilor în urma loviturilor nucleare; probabilitatea incendiilor este mai mare în pădurile de rășinoase și uscate.

Concluziile rezultate în urma studiului de protecție a terenului vor trebui să ducă la stabilirea zonelor asupra cărora sînt probabile loviturile nucleare,

adăposturilor naturale (peşteri, cariere, galerii subterane, rîpe, vîlcele) care asigură protecţia trupelor şi tehnicii de luptă, măsurilor ce se impun pentru evitarea influenţei loviturilor cu armele de distrugere în masă.

1.9 Metodele de studiere a terenului cuprind:

— recunoaşterea nemijlocită (la faţa locului);
— studiul terenului cu ajutorul hărţilor topografice;
— studiul terenului cu ajutorul fotografiilor aeriene sau terestre;
— studiul terenului din descrieri, studii, monografii şi alte documente.

1.9.1 Recunoaşterea nemijlocită (la faţa locului)

Este cea mai bună metodă de studiu al terenului, permiţînd să se cerceteze amănunţit şi să se aprecieze terenul din orice punct de vedere. Prezintă dezavantajul că este limitată în spaţiu; nu poate fi folosită pentru zone mari şi mai ales atunci cînd nu se dispune de timp. Pentru studiul terenului ocupat de inamic recunoaşterea nemijlocită este limitată şi parţială. Spaţii mari şi în timp scurt se pot recunoaşte nemijlocit folosindu-se avionul sau elicopterul, dar caracterul studiului este destul de general.

Recunoaşterea nemijlocită a terenului cuprinde cercetarea şi studiul terenului pentru un anumit scop tactic. Rezultatele acestei activităţi, de obicei, sînt raportate pe hartă sau, cînd nu se dispune de hartă, se întocmesc documente grafice sub forma schiţelor, crochiurilor etc.

Schiţele, crochiurile trebuie să îndeplinească următoarele condiţii de bază:

— să cuprindă numai elementele topografice care prezintă importanţă pentru misiunea respectivă;

— să fie autentice şi oportune;

— să fie simple şi expresive (redate corect, conform atlasului de semne convenţionale);

— dimensiunile elementelor de conţinut să fie redate într-o scară aproximativ constantă şi orientate fidel cu direcţiile detaliilor din teren;

— să cuprindă explicaţii suplimentare sub forma unei legende.

Recunoaşterea nemijlocită se execută prin parcurgerea terenului pe itinerarii dinainte stabilite, folosind harta sau fotograme pentru corectarea şi completarea acestora sau, cînd aceste documente lipsesc, pentru întocmirea unor documente grafice speciale (schiţe, crochiuri) necesare unui anumit scop tactic. În toate cazurile, din complexitatea elementelor terenului se vor selecţiona acelea absolut necesare scopului urmărit.

În cele ce urmează se dau cîteva elemente de bază de care trebuie să se ţină seama la recunoaşterea unui drum, curs de apă, pădure, mlaştină, a unei localităţi sau a naturii solului.

Elemente din teren	Probleme de bază ale recunoașterii
Drum	— categoria, materialul de acoperire, lățimea părții carosabile; — locuri grele de trecere pentru mijloacele de transport pe roți și pe șenile, posibilități de asigurare a varientării lor; — starea și tonajul podurilor; — posibilități de deplasare în afara drumurilor; — posibilități de mascare, existența unor adăposturi naturale în apropiere; — surse de aprovizionare cu apă și materiale pentru reparații (nisip, pietriș, material lemnos etc.); — stabilirea vitezelor medii de deplasare pe sectoare.
Curs de apă	— lățimea, adîncimea, viteza curentului; — natura și înclinarea malurilor, natura fundului apei, existența vadurilor, insulelor; — locuri favorabile pentru trecerea tancurilor, căile de acces; — posibilități de mascare și dispunere a mijloacelor tehnice și a trupelor; — existența mijloacelor locale de trecere a cursului de apă.
Pădure	— caracteristici: specia, înălțimea, grosimea arborilor, desimea (distanța medie între arbori), condiții de vizibilitate; — existența poienilor sau parcelelor; — rețeaua de drumuri și posibilități de deplasare în afara acestora; — relieful terenului, în special rîpe, gropi, pante, sectoare mlăștinoase. Pentru determinarea distanței medii dintre arbori se alege un sector caracteristic pentru pădurea respectivă de dimensiuni 10×10 m și se numără arborii cuprinși în interiorul acestuia. Distanța medie (e) se va determina folosind relația $$e = \frac{10}{\sqrt{n}},$$ în care n este numărul de arbori numărați.
Mlaștină	— delimitarea conturului; — natura: formată din apa de ploaie, izvoare, terenul este permanent mocirlos sau în timp secetos devine practicabil; — adîncimea, natura fundului, locuri practicabile, eventual modificările ce se aduc acestora datorită precipitațiilor.
Localitate	— locul de dispunere (pe vale, pe pantă, pe malul unui curs de apă sau cursul de apă se află în interiorul localității, la încrucișarea mai multor drumuri); — natura și forma terenului înconjurător; — natura și rezistența clădirilor, clădiri proeminente; — poziția și întinderea pieților și locurilor virane, direcția străzilor principale; — posibilități de aprovizionare locală.
Natura solului	— calitatea terenului după posibilitățile de exploatare — afînos, întărit, pietros, stîncos; — caracterul terenului — argilos, nisipos, argilo-nisipos, nisipo-argilos.

În tabelul de mai jos se dau unele indicații pentru determinarea naturii solului.

Terenul	În raport cu starea timpului		Procedee de determinare în stare umedă	
	În formă uscată	În formă umedă	Prin strîngere	Prin rulare
Argilos	Foarte tare	Viscos, plastic, foarte moale	O bilă turtită nu se crapă pe margini	Se poate rula sub forma unui șnur subțire
Argilo-nisipos	Mai puțin tare, bucățile lovite se rup în bucăți mărunte	Plastic, viscozitate slabă	O bilă turtită se crapă pe margini	Se poate rula sub forma unui șnur mai gros
Nisipo-argilos	Bucățile se sfărîmă la lovire	Nu este plastic	O bilă prin apăsare se sfărîmă	Nu se poate rula
Nisipos	Nu are coeziune	Nu este plastic și nu este lipicios	Nu se poate face o bilă	Nu se poate rula

1.9.2 Studiul terenului cu ajutorul hărților topografice

Este metoda cea mai uzitată și permite studierea elementelor principale ale terenului, caracteristicile detaliilor reprezentate pe hartă, dînd o imagine precisă și clară a acestora. Permite studiul din timp al oricărui teritoriu și pentru orice suprafață pentru care sînt executate hărți.

La folosirea hărților topografice este necesar, în raport cu scopul pentru care se execută studiul, să se țină seamă de următoarele:

— să se folosească harta topografică la scara convenabilă, avîndu-se în vedere că numărul detaliilor se reduce pe măsură ce scara hărții se micșorează; alegerea unei hărți la scara corespunzătoare scopului și eșalonului la care se va folosi constituie un element esențial, ținîndu-se seama că pe măsură ce eșalonul la care se lucrează se mărește, se reduce scara hărții care se folosește;

— să se țină seama de anul în care a fost editată harta; schimbările din teren, survenite după editarea hărții sau datorate acțiunilor de luptă, nu sînt reprezentate și vor trebui completate, fie prin recunoaștere în teren, fie prin folosirea fotogramelor;

— studiul să fie completat cu alte documente (descrieri, monografii, date statistice), ținîndu-se seama că pe hărțile topografice nu pot fi redate aspectele unor elemente ale terenului, în funcție de anotimp și precipitațiile

atmosferice; iarna zăpada acoperă unele detalii, toamna și primăvara unele drumuri devin impracticabile, unele cursuri de apă se revarsă, terenurile joase devin mlaștini; mai sînt și alte asemenea aspecte, de loc neglijabile.

1.9.3 Studiul terenului cu ajutorul fotografiilor aeriene sau terestre

Este o metodă folosită mult și cu succes, prezentînd unele avantaje în plus față de hartă:

— fotografia poate fi obținută imediat, înaintea misiunii;

— reprezintă situația terenului la momentul respectiv, fiind mai recentă și în același timp amănunțită;

— se poate studia în mod complex și în detaliu o regiune a terenului ocupat de inamic (puncte de sprijin, construcții genistice, locuri de trecere etc.).

Metoda solicită din partea celor care o folosesc cunoștințe în plus față de cele necesare cunoașterii hărții topografice, o pregătire adecvată pentru interpretarea topografică și tactică a conținutului fotografiilor aeriene sau terestre.

1.9.4 Studiul terenului din descrieri, studii, monografii și alte documente

Procedeul se folosește în cazul cînd nu sînt hărți ori fotografii aeriene sau pentru verificarea, completarea și precizarea unor anumite detalii.

În caz de nevoie se iau și informații de la locuitori, care însă trebuie obligatoriu verificate prin alte metode.

1.10 Influența naturii solului asupra acțiunilor de luptă

După natura lor, din punct de vedere tactic, se deosebesc soluri pietroase (stîncoase), argiloase, nisipoase, sărăturoase și mlăștinoase. Este evident că diferența de calitate, precum și duritatea suprafeței solului influențează în mod deosebit atît asupra accesibilității sale, cît și asupra folosirii tehnicii de luptă.

Solul pietros, stîncos provoacă o uzură mai mare a șenilelor și cauciucurilor. În același timp el îngreuiază în bună măsură executarea lucrărilor de organizare genistică a terenului. De asemenea mărește mai ales vulnerabilitatea forței vii atît prin ricoșeuri cît și datorită spărturilor de piatră în urma exploziilor, care la rîndul lor pot provoca răniri.

Solul argilos favorizează în general întrebuințarea tuturor armelor. Pe arături, izlazuri, pășuni pot acționa toate armele terestre, mai ales cînd solul este uscat; arăturile adînci reduc mult din mobilitatea trupelor motorizate. Pe timp ploios solul argilos provoacă greutăți mari deplasării trupelor și tehnicii de luptă, transformîndu-se într-o masă desfundată greu de străbătut.

Solul nisipos se formează numai în condiții climaterice cu umiditate redusă, în zonele unde bat vînturi dominante dintr-o anumită direcție. Relieful zonelor nisipoase se caracterizează prin forme vălurite, ondulate (dune), rezultate din aglomerări de nisip, prin movilițe dispuse neregulat și cu forme diferite, avînd înălțimi cuprinse între 2-3 m și pante foarte line, precum și prin grindurile maritime. Vegetația naturală de pe nisipuri este rară și săracă în specii. Este evident că un teren nisipos, a cărui suprafață este fixată prin vegetație, este mai favorabil desfășurării acțiunilor de luptă decît cel cu nisipuri mișcătoare. Acestea din urmă, nefiind fixate la teren, sînt încontinuu deplasate de vînturi. Firișoarele de nisip ridicate în aer îngreuiază în mod considerabil observarea și ochirea. Lucrările genistice de organizare a terenului într-un sol nisipos trebuie consolidate în mod necondiționat.

Solurile sărăturoase apar răspîndite ca pete de suprafețe mai mici sau mai mari și pot fi ușor identificate după vegetația ierboasă slab dezvoltată sau chiar prin lipsa totală a acesteia. Sărăturile se formează îndeosebi la șes, în zonele depresionare ale reliefului și în cele cu drenaj deficient. De asemenea apar sărături în jurul lacurilor sărate și de-a lungul litoralului maritim. Dacă pe timp uscat ele nu pun probleme deosebite de rezolvat, pe timp ploios devin bălți clisoase, îngreuind deplasarea mijloacelor de transport și reducînd din mobilitatea trupelor.

Deplasările trupelor pe drumurile ce străbat terenuri argiloase, nisipoase și sărăturoase, pe timp uscat, sînt demascate datorită norului de praf ce se ridică; în același mod se demască și pozițiile de tragere amplasate pe soluri nisipoase.

Solul mlăștinos micșorează atît mobilitatea, cît și capacitatea de manevră a trupelor. El compartimentează terenul prin formarea unor zone greu accesibile sau chiar inaccesibile, ceea ce îngreuiază organizarea și ducerea acțiunilor de luptă, reducînd activitatea trupelor doar spre direcțiile de traversare sau de ocolire. Acest sol micșorează considerabil efectul proiectilelor și grenadelor brizante. Datorită particularităților sale specifice este propice mai ales pentru organizarea apărării, dar și pentru executarea de atacuri prin surprindere. Solul mlăștinos se clasifică, după diferite criterii de apreciere, în felul următor:

După practicabilitatea și influența pe care o are asupra dispozitivului și acțiunilor de luptă:

— *Mlaștini* propriu-zise — zonele în care stratul de turbă este în permanență umed, iar adîncimea sa trece de 30-35 cm. Ele pot fi permanente sau periodice și sînt dispuse, indiferent de formele de relief, pe văi, șei și chiar pe versanți.

— *Terenuri mlăștinoase* — zonele unde stratul de turbă atinge o adîncime de pînă la 30-35 cm. Din această categorie fac parte și bălțile acoperite cu stuf și păpuriș ce se formează pe văile și zonele rîurilor inundabile.

După regimul apelor și vegetația existentă:

— *Mlaștini joase* — se formează sub influența unor ape aproape stagnante, alimentate de ape freatice. Ele se întîlnesc în depresiunile fără scurgere. În zonele cu condiții climaterice temperate aceste mlaștini sînt de regulă acoperite cu ierburi de baltă și mușchi alb, avînd o înfățișare asemănătoare cu pășunile (uneori chiar se transformă în pășuni).

— *Mlaștini înalte* — se formează de regulă pe roci silicioase, într-un climat bogat în precipitații și cu temperaturi mai scăzute, care să asigure umiditatea necesară. Neavînd legătură cu stratul acvifer, ele se alimentează numai din precipitațiile atmosferice. Vegetația lor este alcătuită din mușchi alb, precum și din pin și lariță, ce apar uneori sub formă de rariște. Suprafața acestor mlaștini este acoperită cu un strat de turbă ce poate atinge diferite grosimi. În vreme secetoasă, precum și iarna aceste mlaștini formate din turbă mai groasă pot fi trecute cu ușurință cu mijloace de transport ușoare.

După modul de formare (constituire):

— *Mlaștini compacte* — caracterizate prin existența unui strat de turbă compact, așezat pe un teren relativ tare, rigid.

— *Mlaștini moi* — caracterizate prin existența unui strat de turbă așezat pe un alt strat puțin consistent, format din substanțe organice în descompunere, sau pe noroi.

După gradul de accesibilitate:

— *accesibile*;

— *greu accesibile*;

— *inaccesibile*.

Este bine să se aibă în vedere că o mlaștină poate să nu fie în aceeași măsură inaccesibilă pe toată întinderea ei și în orice anotimp. Adeseori printr-o recunoaștere amănunțită se pot găsi porțiuni accesibile pentru deplasare (trecere) chiar și în mlaștinile inaccesibile. Recunoașterile trebuie să se facă cu multă atenție, întrucît suprafața mlaștinilor este foarte înșelătoare. Adeseori stratul mocirlos sau de apă de la suprafață este subțire și se află pe un teren compact, iar alte suprafețe ce par a fi mai compacte și mai întinse se rup chiar sub greutatea unui om.

1.11 Influența vegetației lemnoase asupra acțiunilor de luptă

Orice zonă împădurită prezintă toate particularitățile terenurilor acoperite. Existența pădurilor influențează în mod diferit acțiunile de luptă ale trupelor, în funcție de anumite particularități ca mărimea, caracteristicile specifice, natura solului, rețeaua de drumuri de exploatare și benzi defrișate (linii de somieră), existența poienilor și altele.

Din punct de vedere tactic pădurile se deosebesc după formă și etajare, desime și gradul de închidere a coroanelor, înălțimea și grosimea medie a copacilor și specia acestora.

După formă și etajare se deosebesc:

— *Păduri simple* — formate numai din copaci, fără lăstăriș sau tufăriș, coroanele pomilor formînd deci un singur etaj.

— *Păduri complexe* — formate din copaci, lăstăriș și tufăriș, coroanele acestora constituind două sau trei etaje.

Un exemplu de pădure complexă este o pădure mixtă de conifere și foioase, unde primul etaj este format de coroanele coniferelor, cel de-al doilea de coroanele foioaselor, iar etajul al treilea de lăstăriș și tufăriș. Este evident

că o pădure cu mai multe etaje oferă trupelor și tehnicii de luptă posibilități mai mari de mascare, cît și o protecție sporită împotriva observării aeriene a inamicului.

După desime și gradul de închidere a coroanelor se deosebesc:

— *Păduri rare* (rariști) — formate din copaci ale căror coroane sînt dispuse la distanțe mai mari decît diametrul acestora. Astfel de păduri sînt ușor de observat și de cercetat din aer. De asemenea, printre copaci se pot deplasa cu ușurință atît trupele, cît și tehnica de luptă.

— *Păduri dese* — sînt cele la care distanța dintre coroane este mai mică decît diametrul lor. Aceste păduri constituie bune acoperiri contra observării aeriene și terestre, dar obligă la executarea defrișărilor pentru îmbunătățirea condițiilor de observare și lărgirea sau curățarea cîmpurilor de tragere. Masivele de pădure deasă, cu deosebire cele cu copaci groși, stingheresc mobilitatea trupelor de tancuri și mecanizate.

— *Păduri compacte* — sînt cele la care coroanele copacilor se închid între ele, formînd un acoperiș continuu, oferind o protecție totală contra observării aeriene. Astfel de păduri, care de obicei cuprind și lăstărișuri dese, îngreuiază orientarea trupelor și limitează mult observarea terestră, precum și cîmpurile de tragere. Avînd în general o vegetație foarte deasă, precum și bușteni dărîmați, ele constituie o greutate pentru mobilitatea tuturor trupelor.

După înălțimea și grosimea medie a copacilor, deci în general după vîrsta pădurii, se deosebesc:

— *Păduri tinere* — avînd înălțimea pînă la 5-6 m și grosimea medie a copacilor în jur de 10 cm la înălțimea pieptului unui om. De regulă aceste păduri sînt foarte dese, îngreuind observarea și orientarea. De asemenea ele sînt lipsite de obicei de drumuri, fapt ce influențează asupra deplasării (trecerii prin pădure) trupelor și tehnicii de luptă. Tancurile trec cu destulă ușurință prin astfel de păduri. Materialul lemnos nu folosește decît pentru executarea de amenajări genistice ușoare.

— *Păduri mijlocii* — avînd înălțimea de peste 5-6 m și grosimea medie a copacilor pînă la 20-25 cm. Aceste păduri permit în general întrebuințarea tuturor armelor. Folosirea artileriei, tancurilor și trupelor de rachete este însă legată de existența rețelei de drumuri de exploatare sau a benzilor defrișate. Materialul lemnos poate fi folosit pentru executarea oricăror lucrări genistice.

— *Păduri bătrîne* — sînt considerate cele cu grosimea medie a copacilor de peste 25 cm. În astfel de păduri copacii sînt mai rari și nu întotdeauna au o închidere perfectă a coroanelor, iar bușteniii căzuți și putrezi sînt un fenomen destul de frecvent, îngreuind deplasarea.

După specie se deosebesc păduri de:

— *foioase*;

— *conifere*;

— *mixte*.

Pădurile de foioase, vara, apără mai bine trupele decît cele de conifere, contra observării aeriene și terestre, și în același timp oferă condiții mai bune de mascare; iarna însă își pierd aceste calități datorită căderii frunzelor.

Atît pădurile de foioase, cît și cele mixte sînt mai rezistente la incendii și oferă material de construcții mai bun pentru lucrările genistice decît cele de conifere. Acestea din urmă în schimb, mai ales dacă sînt dese, asigură și iarna posibilități de acoperire și de mascare contra observării aeriene sau terestre. După specia arborilor se pot face unele deducții cu privire la natura solului. De pildă, dacă bradul crește numai în terenuri argiloase și umede, prin care se trece mai greu mai ales pe timp ploios, pinul crește și în terenuri nisipoase.

Pădurile creează și condiții favorabile de microclimat, față de terenurile deschise. Astfel, amplitudinea variațiilor zilnice de temperatură este mai mică, ziua și vara este mai răcoare, iar noaptea și iarna este mai cald decît în cîmp deschis. În același timp pădurile constituie o protecție naturală contra vîntului și precipitațiilor atmosferice, efectele acestora fiind mult mai reduse decît în terenul deschis.

Este important de reținut că hărțile topografice militare nu conțin alte informații cu privire la păduri decît forma, mărimea, existența poienilor, drumurilor și benzilor defrișate, grupul predominant de specii, înălțimea, grosimea și distanța medie dintre copaci, porțiuni exploatate, arse sau cu copaci doborîți de furtuni. Dintre acestea unele date (de pildă înălțimea și grosimea medie) sînt doar orientative sau valabile numai la data întocmirii hărții. De aceea la pregătirea oricăror acțiuni de luptă se impune cu acuitate necesitatea recunoașterii prealabile a zonelor păduroase sau, dacă acest lucru nu este posibil, cel puțin obținerea pe alte căi a informațiilor necesare cunoașterii particularităților acestora.

CAPITOLUL al 2-lea

Forma şi dimensiunile Pămîntului; puncte, linii, direcţii şi unghiuri caracteristice pe globul terestru; coordonate

2.1 Noţiuni asupra formei şi dimensiunilor Pămîntului

Forma şi dimensiunile Pămîntului constituie elemente de bază în geodezie; forma suprafeţei terestre determină caracterul deformărilor care intervin prin proiectarea unei suprafeţe curbe pe o suprafaţă plană, iar dimensiunile determină proporţia de reducere la o scară convenabilă a detaliilor ce se reprezintă pe hartă.

Pămîntului îi corespunde ca formă proprie *geoidul* — acea suprafaţă echipotenţială care coincide cu suprafaţa liniştită a mărilor şi oceanelor, prelungită pe sub continente şi care este perpendiculară în orice punct al ei pe direcţia verticalei (direcţia firului cu plumb) în punctul respectiv.

Suprafaţa geoidului nu este însă uniformă, ci prezintă neregularităţi, datorite atît denivelărilor scoarţei terestre, cît şi eterogenităţii masei Pămîntului. Suprafaţa fizică, adevărată, definită de formele de relief, se numeşte *suprafaţa topografică*, pe ea executîndu-se în mod real măsurările geodezice şi topografice (fig. 2).

Deoarece geoidul este o suprafaţă neregulată foarte complexă nu poate fi definit geometric. De aceea a fost necesar să se adopte o suprafaţă care să difere cît mai puţin de geoid, dar care în acelaşi timp să fie riguros matematică. Această suprafaţă, care ia naştere prin învîrtirea unei elipse în jurul axei sale mici (fig. 3), poartă denumirea de *elipsoid de referinţă*.

Neregularităţile (ondulaţiile) suprafeţei geoidului, faţă de suprafaţa elipsoidului de referinţă, sînt puţin pronunţate, abaterea pe verticală între geoid şi elipsoidul de referinţă înregistrînd în medie valori de pînă la 50 m.

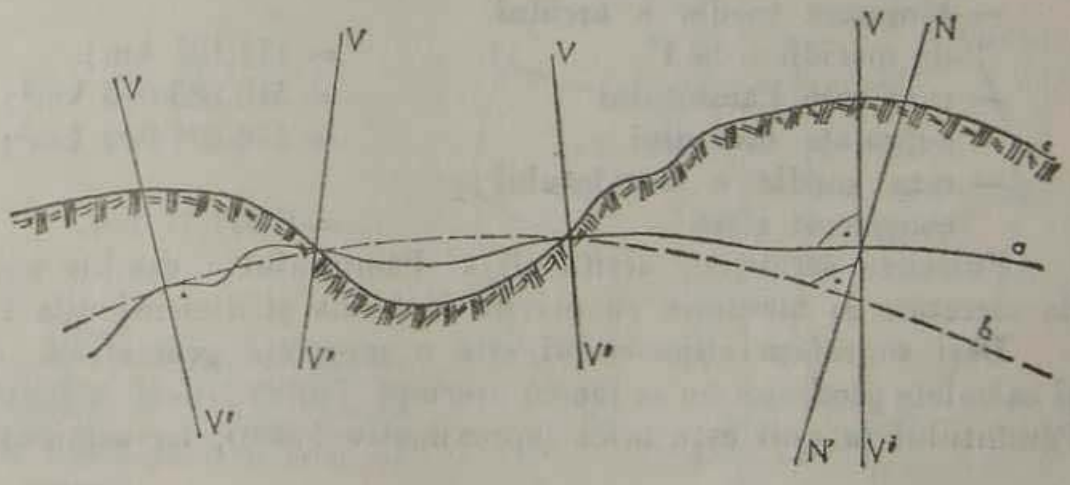


FIG. 2
a — geoid;
b — elipsoid de referinţă;
c — suprafaţa topografică;
VV' — verticala;
NN' — normala la elipsoid.

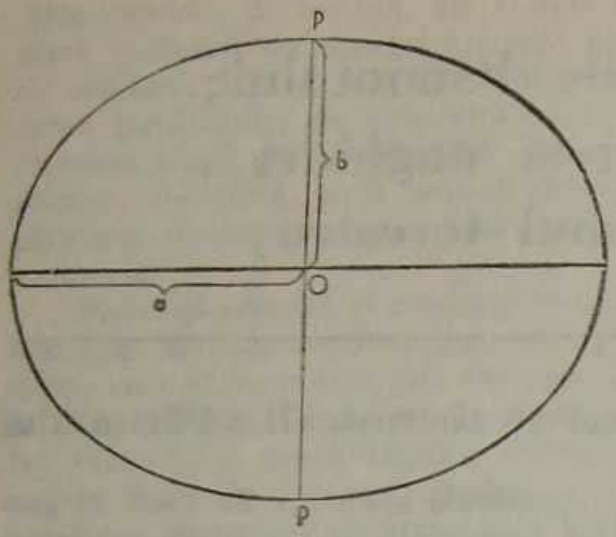


FIG. 3
a — semiaxa mare;
b — semiaxa mică.

Elementele *a*, *b* și α (turtirea) ale unui elipsoid de referință au rezultat pe baza unor măsurări terestre, executate în decursul a zeci de ani. Valorile acestor elemente ale elipsoizilor de referință, folosiți în țara noastră pînă în prezent, sînt arătate în tabelul de mai jos.

Denumirea elipsoidului (după numele autorului care a calculat elementele)	Anul	Semiaxa mare „a", în metri	Semiaxa mică „b", în metri	Turtirea $\alpha = \frac{a - b}{a}$
Bessel	1841	6 377 397	6 356 079	1:299,2
Clarke	1880	6 378 394	6 356 515	1:293,5
Hayford	1909	6 378 388	6 356 912	1:297,0
Krasovski	1940	6 378 245	6 356 863	1:298,3

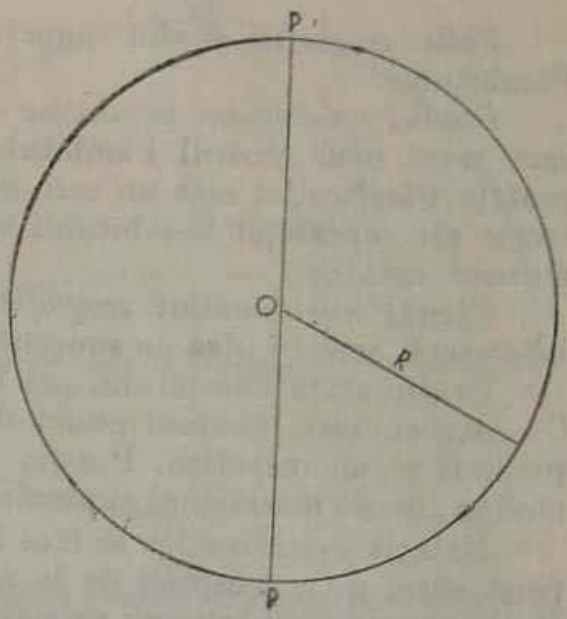
În prezent țara noastră folosește elipsoidul de referință Krasovski. Plecînd de la elementele elipsoidului Krasovski au fost determinate:

— lungimea ecuatorului = 40 075,704 km;
— lungimea meridianului = 40 008,548 km;
— lungimea medie a arcului de meridian de 1° = 111,135 km;
— suprafața Pămîntului = 510 083 000 km²;
— suprafața uscatului = 148 628 000 km²;
— raza medie a Pămîntului considerat sferă = 6 371,11 km.

Folosirea sateliților artificiali ai Pămîntului a deschis noi perspective de cercetare și măsurare cu privire la forma și dimensiunile Pămîntului.

Deși suprafața elipsoidului este o suprafață geometrică, determinările și calculele geodezice nu se fac cu ușurință. Ținînd seama de faptul că turtirea Pămîntului la poli este mică (aproximativ 1:300), iar semiaxa mică diferă

FIG. 4
R — raza sferei terestre



de semiaxa mare cu numai 21 km, pentru calcule practice și lucrări pe suprafețe mici se consideră că forma Pământului este o sferă (fig. 4). De aici și folosirea noțiunii de glob terestru.

2.2 Puncte, linii, direcții și unghiuri caracteristice pe globul terestru

Considerînd Pământul o sferă (fig. 5), vom defini unele elemente și noțiuni de bază, necesare pentru însușirea topografiei militare.

Axa polilor — este axa imaginară care trece prin centrul Pământului și în jurul căreia Pământul execută mișcarea de rotație.

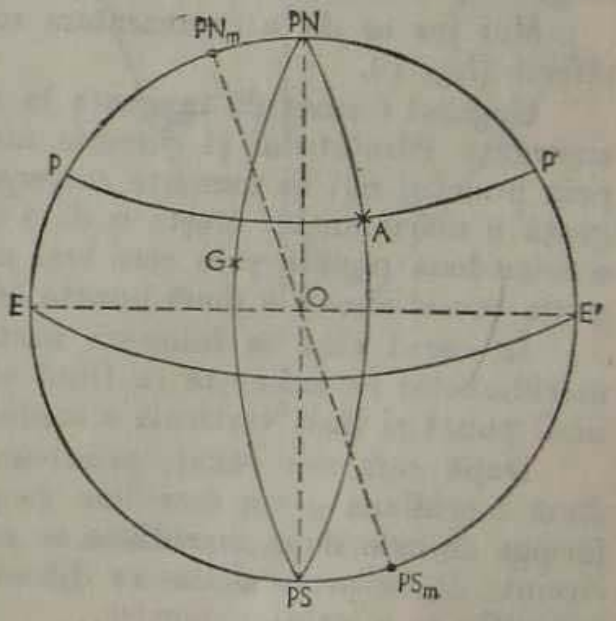


FIG. 5
O — centrul Pământului; *PN*, *O*, *PS* — axa polilor; *PN*, *PS* — polii geografici; *EE'* — ecuatorul; *PN*, *G*, *PS* — meridian origine; *PN*, *A*, *PS* — meridianul punctului *A*; *P*, *A*, *P'* — paralela punctului *A*; PN_m, PS_m — polul nord magnetic și polul sud magnetic.

Polii geografici — sînt punctele unde axa polilor înţeapă suprafaţa Pămîntului.

Planul ecuatorului pămîntesc — este planul perpendicular pe axa polilor, care trece prin centrul Pămîntului. Intersecţia planului ecuatorului cu suprafaţa Pămîntului este un cerc mare şi se numeşte *ecuator*. Liniile de intersecţie ale suprafeţei Pămîntului cu planuri paralele la planul ecuatorului se numesc *paralele*.

Planul meridianului geografic — este planul ce trece prin axa polilor; intersecţia acestui plan cu suprafaţa Pămîntului se numeşte *meridian geografic*.

Pe suprafaţa Pămîntului pot fi duse o infinitate de paralele şi meridiane. Cu alte cuvinte, fiecărui punct de pe suprafaţa Pămîntului îi corespunde o paralelă şi un meridian. Poziţia unui punct pe globul terestru este definită cînd se cunosc meridianul şi paralela ce trec prin acel punct.

Notaţia meridianelor se face în sensul invers mersului acelor de ceasornic (vest către est), începînd de la *meridianul origine*, considerat de majoritatea ţărilor meridianul ce trece prin Greenwich (observatorul astronomic din Greenwich, în apropiere de Londra); se mai numeşte şi meridianul Greenwich. Notaţia paralelelor se face pornind de la ecuator către nord sau către sud.

Polii geografici se mai numesc *polul nord geografic şi polul sud geografic*; direcţia meridianului geografic către polul nord geografic este *direcţia nordului geografic* şi constituie direcţia de referinţă în lucrările geodezice, topografice şi cartografice.

Azimut geografic (A_g) — este unghiul format de direcţia nordului geografic şi o direcţie oarecare ce trece printr-un punct de pe suprafaţa Pămîntului şi se măsoară începînd de la direcţia nordului geografic, în sensul acelor unui ceasornic. Azimutul geografic are valori de la 0°-360° sau 0^g-400^g (cînd se folosesc aparate divizate în grade centezimale).

Azimut magnetic (A_m) — este unghiul format de direcţia nordului magnetic şi o direcţie oarecare ce trece printr-un punct de pe suprafaţa Pămîntului şi se măsoară începînd de la direcţia nordului magnetic (direcţia acului magnetic) în sensul acelor unui ceasornic. Are valori de la 0°-360° sau 0^g-400^g.

Mai jos se dă o reprezentare schematică a elementelor la care ne-am referit (fig. 6).

Unghiul format de tangenta la meridianul geografic al unui punct de pe suprafaţa Pămîntului şi direcţia meridianului considerat origine care trece prin punctul dat se numeşte *convergenţa meridianelor* (γ). Unghiul de convergenţă a meridianelor creşte o dată cu diferenţa de longitudine şi latitudine a celor două puncte prin care trec meridianele geografice respective. Convergenţa meridianelor a două puncte oarecare de pe ecuator este nulă.

În cazul cînd se foloseşte harta topografică, unghiul de convergenţă a meridianelor se defineşte ca fiind unghiul format de meridianul geografic al unui punct şi linia verticală a caroiajului rectangular al hărţii.

După cum am văzut, printr-un punct de pe suprafaţa Pămîntului trec două meridiane — un meridian geografic şi un meridian magnetic. Unghiul format de cele două meridiane se numeşte *declinaţie magnetică* (D_m). Cu alte cuvinte D_m se poate defini ca diferenţa dintre valoarea în grade a azimutului geografic şi a celui magnetic.

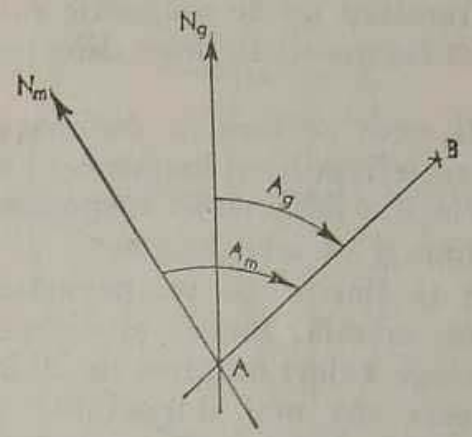


FIG. 6

AB — o direcție oarecare pe suprafața globului terestru; A_g — azimut geografic; A_m — azimut magnetic; N_g — nord geografic; N_m — nord magnetic.

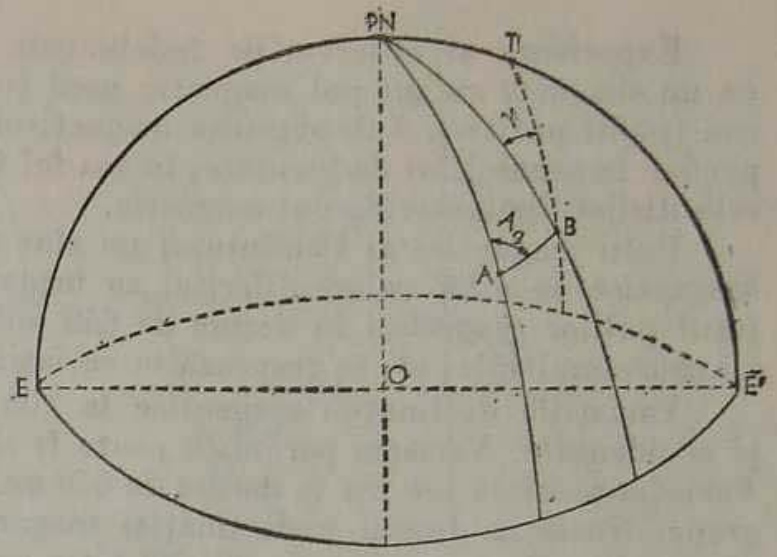


FIG. 7

APN — meridianul geografic al punctului A; BPN — meridianul geografic al punctului B; BT — paralela prin punctul B al meridianului geografic din A; γ — unghiul de convergență a meridianelor; AB — direcția pe suprafața Pământului între punctele A și B; A_g — azimutul geografic al direcției AB.

Declinația magnetică are valori pozitive (și se notează $+ D_m$) cînd acul magnetic se abate către est față de meridianul geografic (fig. 8) sau valori negative (și se notează $- D_m$), cînd acul magnetic se abate către vest față de meridianul geografic (fig. 9). Nordul magnetic se determină cu ajutorul acului magnetic al busolei. Valoarea declinației magnetice în lucrările topografice se determină cu ajutorul declinatorului sau teodolitului magnetic.

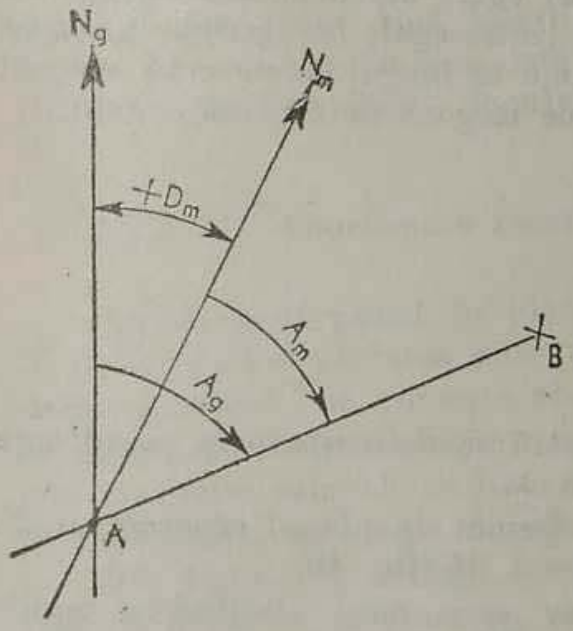


FIG. 8

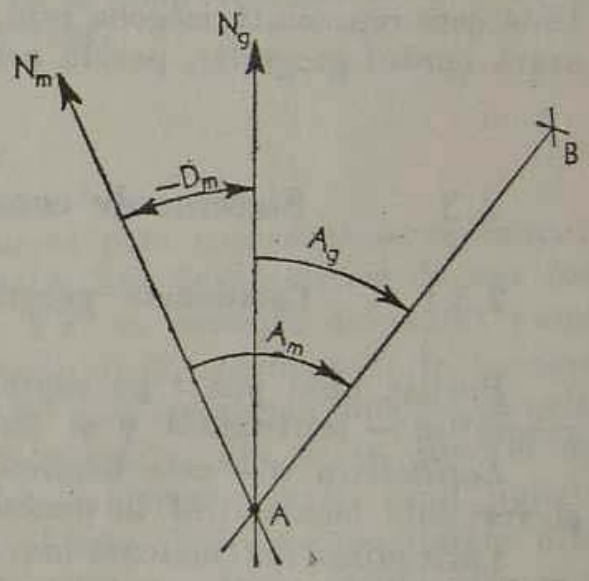


FIG. 9

N_g — nordul geografic; N_m — nordul magnetic; A_g — azimutul geografic al direcției AB; A_m — azimutul magnetic al direcției AB; D_m — declinația magnetică.

Experiența și observațiile îndelungate arată că Pămîntul se comportă ca un magnet, cu un pol magnetic nord (polul negativ) și un pol magnetic sud (polul pozitiv). Sub acțiunea magnetismului terestru un ac magnetic suspendat în centrul lui de greutate, în așa fel încît să fie mobil în orice direcție, este dirijat după meridianul magnetic.

Polii magnetici ai Pămîntului nu sînt stabili, ceea ce face ca declinația magnetică să aibă valori diferite, ca urmare a rotirii polilor magnetici în jurul polilor geografici în decurs de 640 ani. Variațiile declinației magnetice au cauze multiple; ele se grupează în variații de timp și variații locale.

Variațiile declinației magnetice în timp pot fi clasificate în periodice și accidentale. Variația periodică poate fi seculară, anuală, lunară și diurnă. Variația seculară are loc în decurs de 640 ani și atinge valori maxime de 20-30 grade. Variația diurnă a declinației magnetice este cea mai importantă și ajunge la valori maxime de 20′-30′ între orele 8 și 14, fiind mai pronunțată în zilele însorite de vară.

Variațiile accidentale ale magnetismului terestru apar o dată cu aurora boreală sau australă, furtuni magnetice, descărcări electrice. Variațiile locale sînt datorate structurii anumitor roci, existenței unor minereuri și metale, care influențează acul magnetic și denaturează adevărata valoare a declinației magnetice. Aceste abateri față de uniformitatea variației declinației magnetice poartă denumirea de anomalie magnetică. În asemenea sectoare, unde se manifestă anomaliile magnetice, poziția acului magnetic față de meridianul magnetic poate fi abătută chiar cu cîteva grade, pe distanțe destul de mici. Rezultă clar că în zonele cu anomalii magnetice busola nu mai poate fi folosită.

Ca urmare a măsurărilor executate pe întreg globul privind valoarea declinației magnetice au fost întocmite hărțile magnetice. Acestea au trasate pe ele curbe care unesc punctele cu valori egale ale declinației magnetice. Aceste curbe poartă denumirea de *izogone* (izos=egal, iar gona=declinație); linia care reprezintă izogona zero, adică linia în lungul căreia acul magnetic arată nordul geografic, poartă denumirea de izogonă de declinație zero.

2.3 Sisteme de coordonate

2.3.1 Coordonate geografice

Poziția unui punct pe suprafața terestră se definește prin coordonatele geografice — latitudinea φ și longitudinea λ.

Latitudinea φ — este unghiul diedru, format de planul ecuatorului EE' și verticala locului OM în punctul considerat M (fig. 10).

Latitudinea se măsoară de la ecuator spre nord (latitudine nordică) și spre sud (latitudine sudică), de la 0° la 90°. Punctele situate pe aceeași paralelă au aceeași latitudine.

Latitudinea într-un punct oarecare de pe suprafața terestră se poate afla prin măsurarea unghiului vertical al stelei polare — i (înălțimea polului

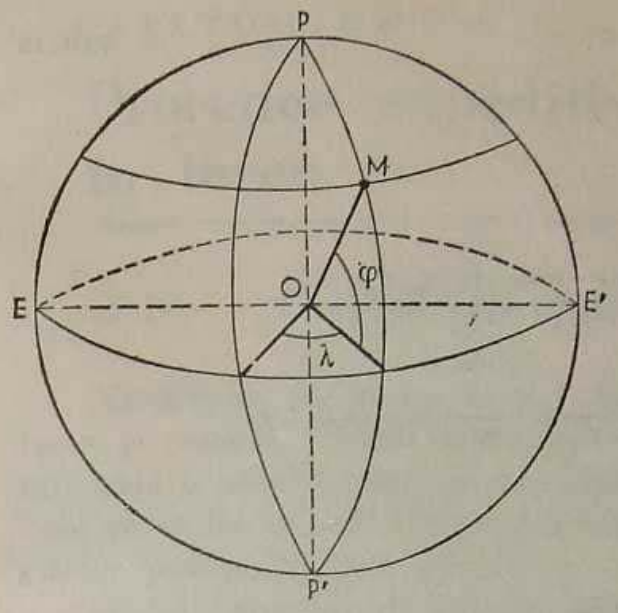


FIG. 10

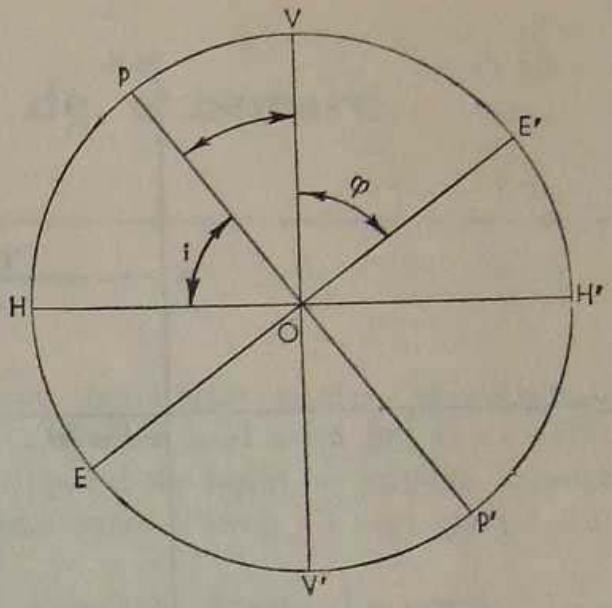


FIG. 11

deasupra orizontului), format din planul orizontal HH' al punctului considerat și axa polilor PP' (fig. 11).

Se vede că atît unghiul vertical i, cît și latitudinea φ au același complement — unghiul POV și deci $\hat{i} = \hat{\varphi}$.

Longitudinea λ — este unghiul diedru format de planul meridianului origine (Greenwich) și planul meridianului ce trece prin punctul considerat PMP'. Longitudinea se măsoară de la meridianul Greenwich spre est (longitudine estică) și spre vest (longitudine vestică), de la 0° la 180°. Punctele situate pe același meridian au aceeași longitudine.

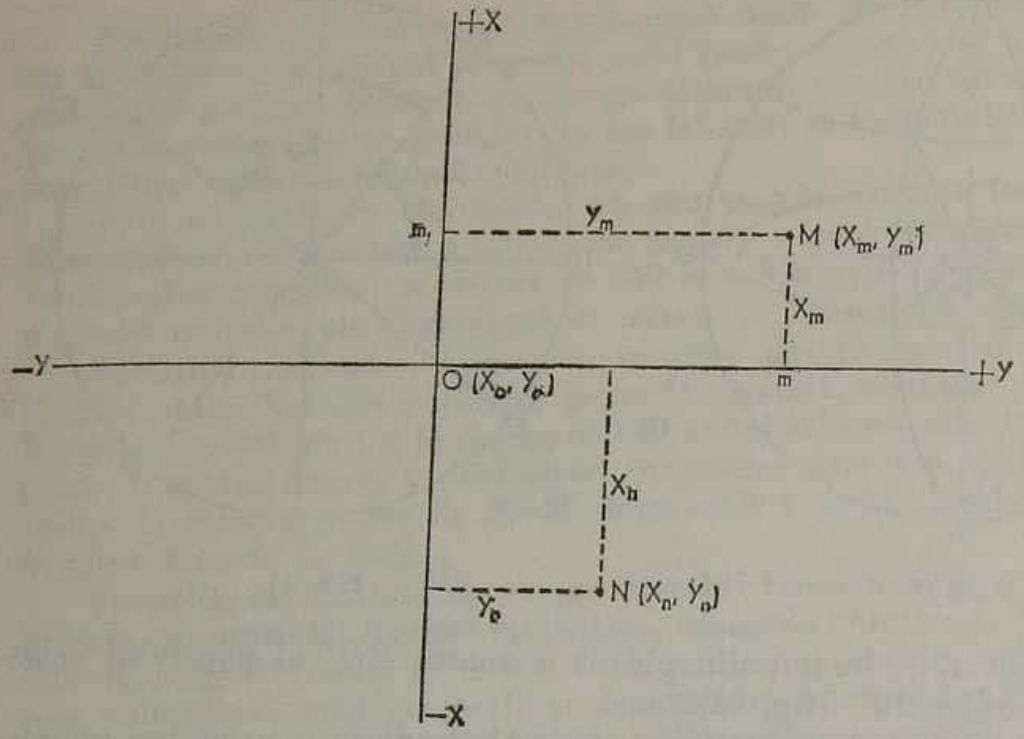
Longitudinea se poate determina din diferența de ore, considerate la un moment dat, între două localități de pe glob. Este cunoscut că Pămîntul face în 24 ore o rotație completă; rezultă că în timp de o oră el se va roti cu 15°, ceea ce constituie, de altfel, fusul orar.

2.3.2 Coordonate rectangulare

Poziția unui punct în plan se definește prin coordonatele rectangulare X și Y, adică depărtarea punctului respectiv față de un sistem de axe considerat. Axa XX' se numește abscisă, iar YY' se numește ordonată; punctul de intersecție O se numește originea sistemului de coordonate. În topografie axa absciselor coincide cu linia meridianului care trece prin punctul de origine al sistemului, iar drept direcție pozitivă a acestei axe se ia direcția nord.

Din figura 12 rezultă că pentru determinarea poziției unui punct M față de axele de coordonate, se duc pe ambele axe perpendicularele Mm și Mm_1. Segmentele Om și Om_1 determină poziția punctului M în plan și sînt deci coordonatele rectangulare ale punctului M; se notează $M(X_m, Y_m)$. Un alt punct N va avea coordonatele $N(X_n, Y_n)$.

FIG. 12



Pe hărțile topografice coordonatele rectangulare ale oricărui punct pot fi determinate ușor cu ajutorul rețelei kilometrice. Modul de folosire a rețelei kilometrice și determinarea coordonatelor se arată la capitolul al 7-lea.

CAPITOLUL al 3-lea

Procedee expeditive de măsurare în teren

3.1 Considerații generale

Măsurările obișnuite impun un timp îndelungat pentru operațiile de teren și calcule. Pentru determinări de o precizie mai mică pot fi executate măsurări rapide. Astfel, în condițiile cîmpului de luptă se impune folosirea unor procedee expeditive pentru rezolvarea într-un timp cît mai scurt a diferitelor probleme, cum ar fi:

— determinarea distanțelor pînă la diferitele obiecte din teren;
— determinarea înălțimii detaliilor din teren;
— determinarea pantei terenului etc.

Dăm în continuare cîteva date necesare la tratarea problemelor de mai sus.

3.1.1 Unități de măsură pentru lungimi, suprafețe și unghiuri

Unitatea de lungime este metrul cu multiplii și submultiplii lui; unitățile de suprafață derivă tot din sistemul metric. Pentru unghiuri unitățile de măsură sînt gradele și radianii.

Gradele pot fi *sexagesimale*, cînd cercul este împărțit în 360°; în acest caz $1° = 60'$, iar $1' = 60''$, și *centezimale*, cînd cercul este împărțit în 400^g, gradul în 100^c (minute) și minutul în 100^{cc} (secunde), adică $1^g = 100^c$ și $1^c = 100^{cc}$.

Mărimile sexagesimale exprimate îm mărimi centezimale sînt obținute prin relațiile:

$$1° = 1^g,111 \ldots.$$
$$1' = 1^c,852$$
$$1'' = 3^{cc},08642$$

și invers:

$$1^g = 0°,900$$
$$1^c = 0',540$$
$$1^{cc} = 0'',32431.$$

Transformările se pot obține din table speciale.

Radianul este unghiul la centru a cărui deschidere este egală cu raza cercului pe care îl descrie. El se obține prin raportul dintre valoarea unghiulară și cea liniară a cercului de rază $R = 1$; prin urmare cercul are 2π radiani.

Factorul de transformare a radianilor în grade sexagesimale și centezimale este:

$$\rho^{\circ} = \frac{360^{\circ}}{2\pi} = 57^{\circ}19'29'' \text{ și respectiv}$$

$$\rho^{g} = \frac{400^{g}}{2\pi} = 63^{g}\,69^{c}\,43^{cc},$$

iar pentru transformarea în secunde este:

$$\rho'' = \frac{180 \times 60 \times 60''}{3{,}14} = 206265'' \text{ și respectiv}$$

$$\rho^{cc} = \frac{200 \times 100 \times 100^{cc}}{3{,}14} = 636620^{cc}.$$

În tabelul următor sînt date dimensiunile unor obiecte care se pot folosi ca etaloane de comparație.

Denumirea	Dimensiuni
Înălțimea medie a unui om	1,70 m
Lungimea medie a mîinii întinse	0,60 m
Lungimea lopeții mici cu coadă	0,50 m
Lungimea lopeții propriu-zise	0,20 m
Lățimea lopeții propriu-zise	0,15 m
Lungimea unei lopeți pionierești	1,10 m
Lungimea medie a unui pas	0,70 m
Lățimea caroseriei unui autoturism I.M.S.	1,50 m
Înălțimea caroseriei aceluiași autoturism	1,90 m
Lățimea caroseriei unui camion „Carpați"	2,30 m
Înălțimea caroseriei aceluiași camion	2,00 m
Înălțimea unui stîlp de telegraf	8,00 m
Distanța dintre doi stîlpi de telegraf	50,00 m
Înălțimea unei case fără etaj	5,00 m
Înălțimea unei case cu etaj	9,00 m

3.2 Determinarea expeditivă a distanțelor

În funcție de timpul la dispoziție, precizia necesară, poziția inamicului și mijloacele de care se dispune, determinarea distanțelor se poate face prin următoarele procedee:

— procedee directe, cum ar fi măsurarea nemijlocită în teren, cu pasul;

— procedee indirecte, cînd parcurgerea nemijlocită a distanțelor nu mai este posibilă, datorită unor cauze ca: focul ochit al inamicului, măsurile impuse de mascarea dispozitivului, terenul mlăștinos sau puternic frămîntat, cursurile de apă orientate perpendicular pe direcția de măsurare etc. În aceste situații distanțele se determină din vedere, cu ajutorul binoclului sau al sunetului, cu ajutorul riglei sau al altor mijloace simple la dispoziție.

Măsurarea directă, deși mai precisă, este greoaie, în special într-un teren mai frămîntat, în timp ce măsurarea indirectă este mai economică, dar mai aproximativă.

3.2.1 Măsurarea distanțelor cu pasul

Lungimea pasului variază cu talia omului și cu condițiile în care el se găsește, astfel că natura și gradul de accidentare al terenului, tăria vîntului, oboseala și alte cauze exterioare influențează asupra lungimii pasului. De aceea este necesar ca fiecare militar să aibă pasul etalonat, iar aceasta se poate obține printr-un antrenament de marș cu pas uniform, în special în condiții nefavorabile de teren. Etalonarea se face prin parcurgerea dus și întors a unei distanțe dinainte cunoscute, de regulă de 200—300 m. Drept valoare a pasului se va considera media aritmetică a rezultatelor obținute din cele două măsurări. Dacă considerăm că un militar a făcut pe o distanță de 250 m, la dus 356 pași și la întors 358 pași, media aritmetică a celor două rezultate este de 357 pași; împărțind distanța de 250 m la cei 357 pași se obține valoarea în metri a pasului etalonat ca fiind de 0,70.

În general oamenii de statură medie, înalți de 1,65-1,70 m, au lungimea pasului normal de aproximativ 0,70 m.

Pentru determinarea unei distanțe oarecare, măsurate cu pasul, se aplică formula:

$$\frac{X}{N} = \frac{B}{N_e},$$

în care:

B — baza de etalonare în metri;
N_e — numărul de pași efectuați pe baza de etalonare;
N — numărul de pași efectuați pînă la un obiect oarecare din teren;
X — distanța în metri pînă la acel obiect.

Exemplu: presupunînd că baza de etalonare $B = 250$ m, numărul de pași pe baza de etalonare $N_e = 357$, iar numărul de pași pînă la un obiect a cărui distanță trebuie determinată $N = 552$ pași, atunci:

$$X = \frac{B \times N}{N_e} = \frac{138\,000}{357} \approx 380 \text{ m}.$$

Deci distanța măsurată cu pasul este de aproximativ 380 m.

La măsurarea cu pasul se face o eroare medie de $\pm$ 2-4% din distanță; în cazul exemplului de mai sus distanța reală este cuprinsă între 365-395 m.

3.2.2 Determinarea distanțelor din vedere

Aprecierea distanțelor din vedere depinde de gradul de antrenament al militarilor, de mărimea distanței care se apreciază, de vizibilitatea la momentul respectiv și de alte cauze.

În general militarii antrenați apreciază distanțele cu o eroare de 10-15% din distanță pînă la 500 m; peste această distanță erorile cresc.

Distanțele pot fi apreciate după mărimea aparentă a obiectelor vizate sau după depărtarea aparentă a acestora, astfel:

— După mărimea aparentă:
  — obiectele par mai mari cu cît sînt mai apropiate;
  — obiectele mai mari par mai apropiate decît obiectele mai mici, aflate la aceeași distanță.
— După depărtarea aparentă:
  — obiectele par mai apropiate cînd detaliile lor sînt clare și pronunțate;
  — obiectele par mai apropiate în condiții bune de vizibilitate (pe timp de zi cu cer senin) și par mai depărtate în condiții scăzute de vizibilitate (atmosferă încărcată de praf, zile înnorate, pe înnoptate, pe timp de ceață și ploaie);
  — obiectele luminate, fiind mai vizibile, par mai apropiate decît cele slab luminate, aflate la aceeași distanță;
  — obiectele de culori deschise par mai apropiate decît cele de culori închise; de exemplu o livadă înflorită pare mai apropiată decît o arătură aflată la aceeași distanță;
  — cu cît contrastul dintre un obiect și fondul pe care se proiectează este mai mare, cu atît distanța pînă la obiectul respectiv pare mai mică; de exemplu, iarna cîmpul acoperit de zăpadă pare că apropie obiectele de culoare închisă de pe el;
  — obiectele par mai apropiate dacă sînt observate din poziția culcat decît atunci cînd sînt observate din picioare;
  — obiectele din teren șes par mai apropiate, în special cele aflate dincolo de suprafețele mari de apă;
  — obiectele observate de jos în sus, de la picioru! pantei către vîrf, par mai apropiate decît cele observate de sus în jos.

În vederea determinării aproximative a distanțelor, în condiții bune de vizibilitate, pentru o vedere normală, pot fi folosite datele din tabelul de mai jos:

Obiecte	Distanța de la care pot fi văzute
Ochii și nasul unui om	70 m
Nasturii de la vestonul sau haină	150 m
Țiglele acoperișurilor	200 m
Îmbrăcămintea și culoarea ei	250 m
Capetele oamenilor și forma coiffurii	400 m
Rameie ferestrelor	500 m
Bustul unui om	600 m
Mișcarea picioarelor și brațelor în mers	750 m
Trunchiurile copacilor	1 000 m
Tunurile și mașinile, distinct	1 200 m
Obiectele lustruite (cască, baionetă etc.)	1 500 m
Pomii și oamenii izolați	2 000 m
Coșurile de pe acoperișuri	3 000 m
Mișcările pe creste	3 000 m
Ferestrele caselor	4 000 m
Casele izolate	5 000 m

3.2.3 Determinarea distanțelor prin comparație cu dimensiunile liniare ale obiectelor

Determinarea distanțelor în astfel de cazuri se face cu ajutorul unei rigle gradate. Pentru măsurare, rigla se ține în poziție verticală, cu mîna întinsă în fața ochilor. În general lungimea normală a mîinii întinse se apreciază a fi 60 cm. Privind obiectul pînă la care trebuie determinată distanța, înălțimea lui va fi încadrată într-un număr de diviziuni pe riglă (fig. 13).

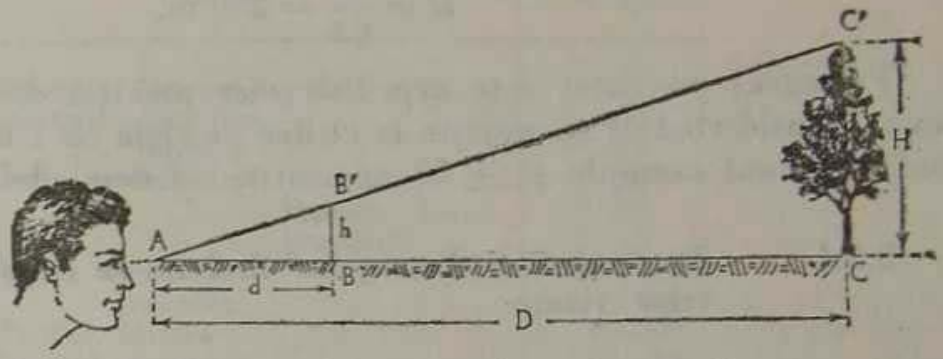


FIG. 13

$AB = d$ — lungimea brațului întins (60 cm); $BB' = h$ — mărimea aparentă a obiectului pe rigla gradată; $CC' = H$ — înălțimea obiectului pînă la care trebuie determinată distanța; $AC = D$ — distanța pînă la obiect.

Din asemănarea triunghiurilor ABB' și ACC' rezultă egalitatea rapoartelor:

$$\frac{AC}{AB} = \frac{CC'}{BB'} \text{ sau}$$

$$D = \frac{d}{h} H.$$

În formulă toate mărimile din membrul doi sînt cunoscute, întrucît obiectele de comparație, alese pentru determinarea distanțelor, se presupun a fi cunoscute.

Pentru a obține rezultatele reale se va ține seama de mărimile unităților de măsură introduse în formulă. În general, pentru a evita erorile, este recomandabil ca dimensiunile raportului $\frac{d}{h}$ să fie exprimate prin aceleași unități de măsură, urmînd ca unitatea de măsură a înălțimii H, a obiectului vizat, să exprime și mărimea distanței determinate.

Exemplu: să presupunem că trebuie determinată distanța pînă la un copac cu înălțimea de 25 m (un plop în plină dezvoltare). Militarul care face determinarea încadrează înălțimea plopului, prin două raze vizuale, pe rigla gradată și obține mărimea lui aparentă de 2 cm. Considerînd lungimea brațului întins $d = 60$ cm, distanța de la observator pînă la copacul considerat va fi:

$$D = \frac{60}{2} . 25 = 750 \text{ m}.$$

În condițiile cîmpului de luptă înălțimile obiectelor din teren pot fi diferite de la loc la loc. De aceea, ca etalon sigur poate fi socotită înălțimea medie a omului:

$H = 1{,}65 - 1{,}70$ m. În acest caz, aplicînd formula, se obține:

$$D = \frac{60}{h_{cm}} \cdot 1{,}67,$$

adică:

$$D_m = \frac{100}{h_{cm}}.$$

Exemplu: mărimea aparentă a unui om pe riglă este de 5 mm; distanța de la observator pînă la el va fi:

$$D = \frac{100}{0{,}5} = 200 \text{ m}.$$

Procedeul prezentat este expeditiv, iar precizia de determinare a distanței, considerînd că se greșește la citirea pe riglă cu 1 mm, este de $\pm$ 50 m pentru primul exemplu și $\pm$ 30 m pentru cel de-al doilea.

3.2.4 Determinarea distanțelor cînd nu se cunosc înălțimile obiectelor vizate

Pentru determinarea distanțelor în astfel de situații sînt necesare două stații de observare, plasate pe același aliniament față de obiectul vizat (fig. 14). Procedeul de observare va fi același ca și în cazul precedent.

În figura 14, distanța $AA' = B$ reprezintă baza măsurată între cele două stații de observare. Este evident că lungimea brațului d va fi aceeași pentru ambele situații în care diferă numai mărimile aparente h și h'.

Analog ca la paragraful precedent se pot scrie rapoartele de proporționalitate pentru cele două situații:

$$D = \frac{d}{h} H \text{ și respectiv } D + B = \frac{d}{h'} H.$$

Pentru a-l elimina pe H, care este o mărime necunoscută, îl scoatem din prima relație: $H = \frac{h}{d} D$ și-l introducem în cea de-a doua. După simplificarea și gruparea termenilor se obține distanța sub forma:

$$D = \frac{h'}{h - h'} B.$$

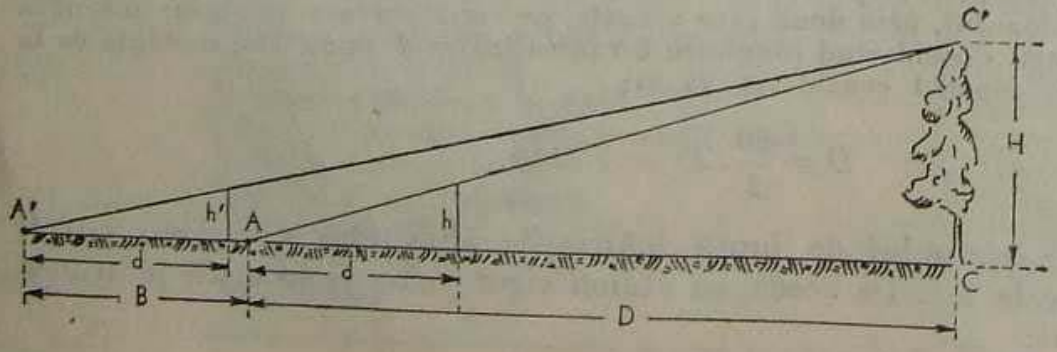


FIG. 14

Determinarea distanțelor, folosind rigla gradată, se face cu aproximație de $\frac{1}{20}$ - $\frac{1}{50}$.

Cînd nu se dispune de riglă gradată se pot folosi diverse obiecte aflate la îndemînă, ale căror dimensiuni sînt cunoscute, conform exemplelor din tabelul de mai jos.

Obiecte	Dimensiuni în mm
Baioneta: lățimea lamei	40
Cartușul: lungimea	55
lățimea	12
Cutia de chibrituri: lungimea	50
lățimea	35
grosimea	13
Țigara: lungimea	70
grosimea	8
Palma: lățimea	80—90
Degetul: grosimea	20—25

Datele din tabel trebuie actualizate în funcție de obiectele la îndemînă.

3.2.5 Determinarea distanțelor cu ajutorul vitezei sunetului

Fiind vorba de o determinare indirectă de distanță, viteza sunetului se folosește pentru stabilirea distanței pînă la organele de foc, pozițiile de tragere ale artileriei, rampele de lansare a rachetelor, locul exploziilor muniției obișnuite sau nucleare. Este cunoscut că viteza de propagare a sunetului în aer, pe timp liniștit, la o temperatură de 15°C este de 340 m/s, adică aproximativ 1 km în 3 secunde.

Socotind timpul care a trecut de la vederea fumului sau luminii, care pot fi considerate instantanee cu plecarea proiectilului sau rachetei, pînă în momentul cînd s-a auzit detunătura și înmulțind apoi acest timp cu viteza sunetului se obține distanța dorită, adică $D_m = 340 \cdot T_s$ sau mai simplu:

$$D_{km} = \frac{T_s}{3},$$

în care T_s reprezintă numărul de secunde care au trecut de la apariția luminii pînă la detunătură.

Exemplu: dacă $T_s = 9$, atunci cu prima formulă $D_m = 3\,060$ m și cu formula a doua $D_{km} = 3$ km, diferența provenind din aproximația amintită mai sus.

Dacă se urmărește o precizie mai mare, atunci se aduce distanței obținute o corecție a diferenței de temperatură și anume: minus 0,60 m pentru fiecare

grad mai mult peste 15°C și plus 0,60 m pentru fiecare grad mai puțin decît 15°C.

În lipsa ceasului, măsurarea timpului se face prin măsurarea bătăilor pulsului (normal în jur de 70 bătăi pe minut) sau numărînd repede, dar deslușit; trebuie făcut un antrenament de numărătoare, comparativ cu bătaia secundei, pentru a se forma o deprindere.

3.2.6 Determinarea distanțelor cu ajutorul binoclului

În determinarea distanțelor funcția riglei gradate poate fi îndeplinită și de reticulul binoclului, gradat în miimi. Gradațiile binoclului sînt unghiulare, dispuse pe două axe perpendiculare sau numai pe axa orizontală (fig. 15).

Din cunoștințele de geometrie se știe că lungimea circumferinței unui cerc este de peste 6 ori ($2\pi = 6{,}28$) mai mare decît raza cercului respectiv, adică $C \approx 6 \cdot R$. Dacă circumferința se împarte în 6 000 părți egale, atunci lungimea l a unei părți va fi:

$$l = \frac{C}{6\,000} \text{ sau } l = \frac{6\,R}{6\,000} = \frac{R}{1\,000},$$

adică mărimea unghiulară de $\frac{1}{6\,000}$ din circumferință este egală cu a mia parte din rază (rază care poate fi considerată ca fiind distanța pînă la un obiect oarecare). Unghiul la centru corespunzător unei gradații de acest fel este considerat unitate de măsură unghiulară și se numește miime; miimea mai poate fi definită ca unghiul sub care se vede un metru la distanța de un kilometru. Cu alte cuvinte, lungimea arcului l, corespunzătoare unei miimi, este egală cu a mia parte din distanță, adică $l = \frac{D}{1\,000}$; lungimea unui arc de două miimi va fi egală cu $\frac{2D}{1\,000}$ ș.a.m.d.

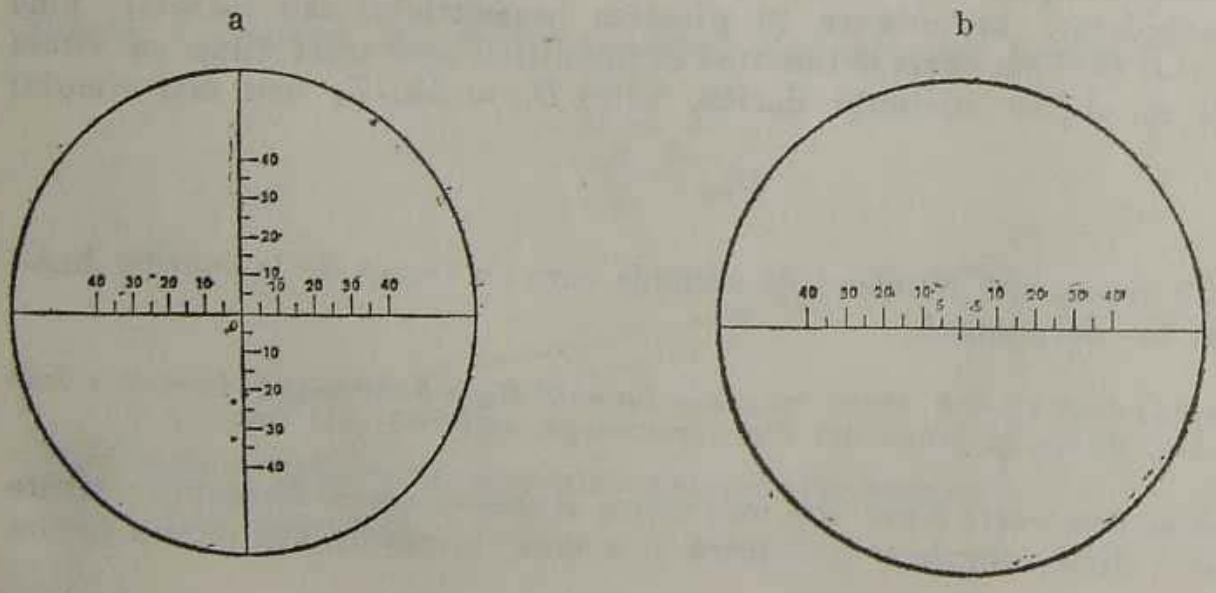


FIG. 15

În general lungimea unui arc L de N miimi va fi exprimată cu formula:

$$L = \frac{N \times D}{1\,000}.$$

Pentru unghiurile mici (care nu depășesc 300 miimi) se poate considera că arcul L este egal cu segmentul de tangentă H corespunzător acestui arc. Deci, dacă $L = H$, atunci

$$H = \frac{N \times D}{1\,000},$$

formulă cu care se poate determina înălțimea sau lățimea unui reper, aflat la o distanță cunoscută, prin măsurarea cu binoclu a valorii unghiulare N, sub care acesta se vede; sau

$$D = \frac{1\,000 \times H}{N},$$

formulă cu care se determină distanța pînă la obiectul a cărui înălțime H este cunoscută.

În general valoarea diviziunii minime a unei gradații pe reticulul binoclului este de 5 miimi, adică la o distanță de 1 000 m o lungime egală cu 5 m va fi văzută prin binoclu exact în diviziunea minimă de 5 miimi. În acest caz numărul de miimi sub care este observat un obiect va rezulta din numărul de diviziuni multiplicat cu 5, adică $N = n \times 5$.

Exemplu: o riglă aflată la distanța de 7,50 m este văzută sub un unghi de 40 miimi; înălțimea ei va fi:

$$H = \frac{40 \times 750}{1\,000} = 30 \text{ cm}.$$

Pentru a afla distanța la care se află rigla lungă de 30 cm folosim formula:

$$D = \frac{1\,000 \times H}{N}; \text{ se obține } D = \frac{1\,000 \times 0{,}30}{40} = 7{,}50 \text{ m}.$$

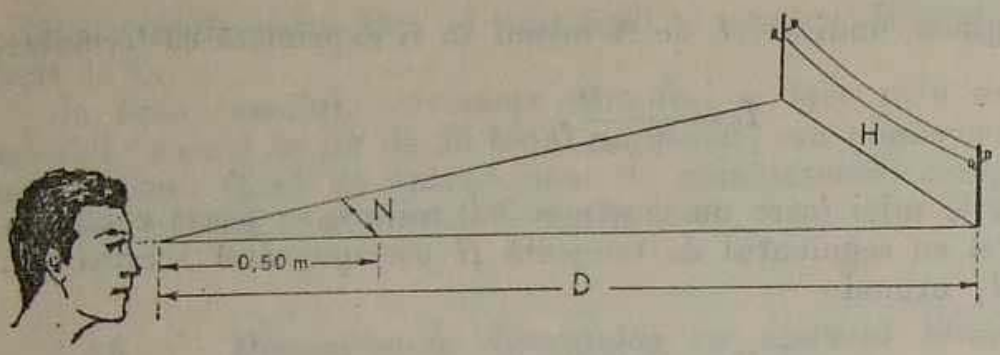
3.2.7 Determinarea distanțelor după valoarea unghiulară a obiectelor

Pentru măsurarea unghiurilor poate fi folosită și o riglă obișnuită, gradată în milimetri. Un milimetru de pe riglă va corespunde unui unghi de 2 miimi atunci cînd rigla va fi ținută la 50 cm de ochi (cu ajutorul unei sfori de 50 cm), conform formulei anterioare din care se obține numărul de miimi:

$$N = \frac{H}{D} \cdot 1\,000.$$

Exemplu: să presupunem că intervalul dintre doi stîlpi de telegraf este $H = 50$ m. Pe riglă această distanță este acoperită de 10 mm (fig. 16).

FIG. 16



Unghiular deci distanța dintre cei doi stîlpi este de 20 miimi, adică $N = 20$. Distanța va fi obținută prin aplicarea formulei:

$$D = \frac{H}{N} . 1\ 000, \text{ adică}$$

$$D = \frac{1\ 000 \times 50}{20} = 2\ 500 \text{ m.}$$

Determinarea unghiulară a obiectelor se poate face și cu alte mijloace la dispoziție. Rigla gradată poate fi înlocuită prin deget, palmă, cutie de chibrituri, creion, carnet și alte mijloace a căror valoare unghiulară în miimi este cunoscută. Valoarea unghiulară a unui mijloc la dispoziție se determină după dimensiunile liniare măsurate cu rigla gradată în milimetri. La 60 cm de ochi o miime corespunde unei lungimi de 0,6 milimetri.

Exemplu: presupunem lățimea palmei la înălțimea degetelor de 80 mm; în valoare unghiulară lățimea respectivă se obține prin aplicarea formulei:

$$N = \frac{H}{D} . 1\ 000, \text{ adică}$$

$$N = \frac{80}{600} . 1\ 000 = 133 \text{ miimi.}$$

Astfel se calculează valorile unghiulare pentru mijloacele la dispoziție, conform exemplelor din tabelul de mai jos.

Obiecte	Valoarea unghiulară rotunjită în miimi
Grosimea creionului sau a unei țigări	13
Grosimea tubului de cartuș	20
Grosimea cutiei de chibrituri	25
Grosimea unui deget	30
Lățimea cutiei de chibrituri	50
Lățimea palmei	135

Prin comparație se determină valoarea unghiulară a obiectelor față de care trebuie obținute distanțele respective.

Exemplu: caroseria unui autocamion, care este lată de 2 m, este acoperită cu jumătate din grosimea unei țigări; în acest caz valoarea unghiulară $N = 7$ și distanța $D = \frac{2}{7} \times 1\,000 = 290$ m.

Cum este și normal, precizia determinării distanțelor va diferi de la om la om, în funcție de experiența observatorului, de condițiile meteo, de terenul în care se apreciază distanțele și de mărimea acestor distanțe. În condiții normale, pentru un observator cu experiență, distanțele de pînă la 700—800 m vor fi apreciate cu o eroare de 10-15% din distanță. Pentru distanțe mai mari erorile pot atinge și valori de pînă la 50% din distanță. Erori asemănătoare pot caracteriza și distanțele determinate prin măsurările simple unghiulare.

3.3 Determinarea expeditivă a înălțimii detaliilor din teren

3.3.1 Determinarea înălțimii detaliilor cu ajutorul unei balize

Pentru aplicarea procedeului se va confecționa pe loc o baliză subțire, lungă de cîțiva metri, care se va înfige în pămînt în fața obiectului a cărui înălțime trebuie aflată (fig. 17).

Observatorul culcat pe spate se va plasa în așa fel încît să vadă pe aceeași direcție atît vîrful balizei, cît și partea de sus a obiectului, adică punctele A, B' și C' să fie coliniare. Din asemănarea triunghiurilor se poate scrie:

$$\frac{AC}{AB} = \frac{CC'}{BB'} \text{ sau } \frac{D}{d} = \frac{H}{h},$$

în care necunoscută este mărimea H. Deci:

$$H = \frac{h}{d} D,$$

în care distanțele D și d se măsoară, iar h este înălțimea balizei.

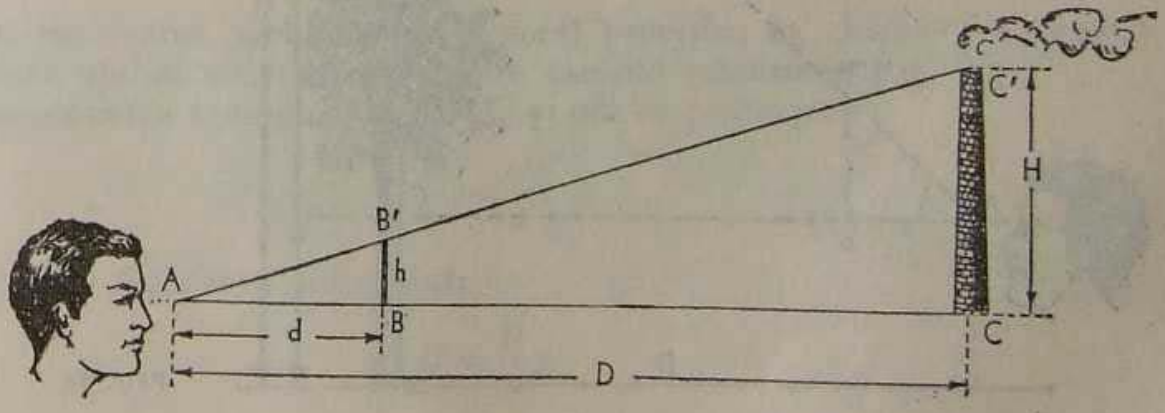


FIG. 17

Exemplu: presupunînd că $D = 200$ m, $d = 20$ m, iar $h = 4$ m, înălțimea coșului de fabrică din figură va fi $H = \frac{4}{20} \cdot 200 = 40$ m.

3.3.2 Determinarea înălțimii detaliilor cu ajutorul echerului

Pentru determinarea înălțimii unui obiect oarecare se folosește un echer cu cele două catete egale. Procedeul este simplu, el necesitînd confecționarea unui asemenea echer din carton, lemn sau placaj, în lipsa celui de celuloid, care să poată fi purtat în porthartă.

Observatorul, ținînd echerul în mînă la înălțimea ochiului, într-un plan vertical, cu una din catete cît mai orizontală, se deplasează dinspre sau spre obiect pînă cînd observă în prelungirea ipotenuzei AB' vîrful C' al acestuia (fig. 18). Fixează apoi punctul respectiv printr-un țăruș, de la care măsoară distanța D pînă la obiect. Din asemănarea triunghiurilor ABB' și ACC' rezultă:

$$\frac{AB}{BB'} = \frac{AC}{CC'}.$$

Dar $AB = BB'$, ca laturi egale ale echerului; urmează că și $AC = CC' = D$. Pentru a afla înălțimea adevărată a obiectului (în figură — a unui copac), la distanța D se va adăuga înălțimea h, de la care s-a făcut observația, adică:

$$H = D + h.$$

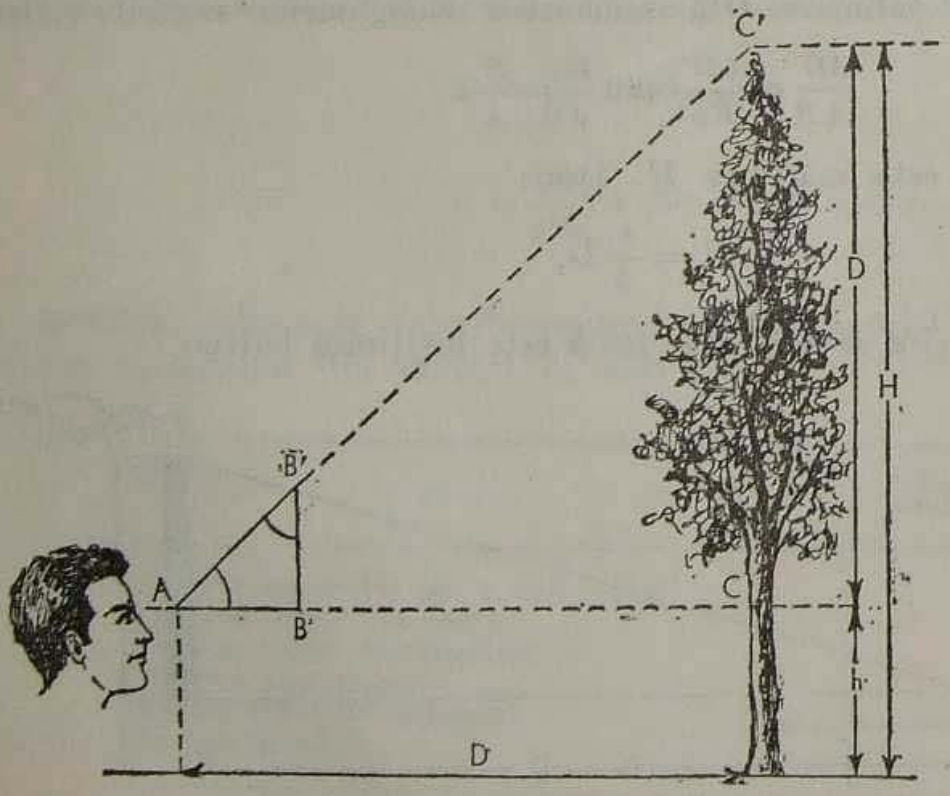


FIG. 18

3.3.3 Determinarea înălțimii detaliilor cu ajutorul dendometrului

Dendometrul este o ramă dreptunghiulară confecționată din carton, placaj sau lemn, care are agățat la unul din colțuri un fir cu plumb; una din laturile dendomedrului este divizată.

Pentru măsurare aparatul se ține în mînă în planul vertical al ochiului, astfel înclinat încît prelungirea laturii AB să treacă prin vîrful G al arborelui (fig. 19). Se notează cu E punctul de pe latura DC în care aceasta este intersectată de firul cu plumb. Din asemănarea triunghiurilor AFG și BCE se poate scrie că $\frac{FG}{CE} = \frac{AF}{BC}$, de unde $FG = \frac{AF \times CE}{BC}$, în care mărimea CE se citește pe latura gradată DC, iar mărimea AF se măsoară direct pe teren. Înălțimea H a arborelui va fi $H = FG + h$, în care h este înălțimea de la sol pînă la ochiul observatorului.

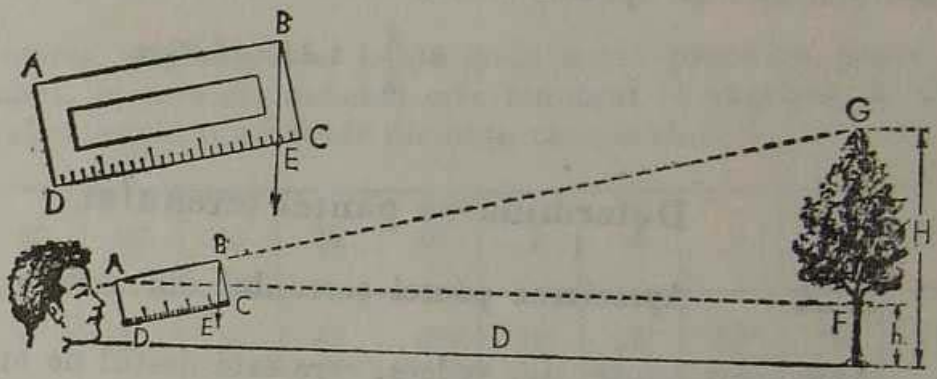


FIG. 19

Exemplu: dacă presupunem că dendometrul are laturile de 30 și respectiv 15 cm, că pentru determinarea înălțimii arborelui s-a măsurat distanța $D = 20$ m, iar pe dendometru s-a citit mărimea $CE = 10$ cm, atunci

$$FG = \frac{10 \times 20}{15} \approx 14 \text{ m}.$$

Înălțimea reală va rezulta prin adăugarea înălțimii h de la care s-a făcut observația, adică $H = 14 + 1{,}70 = 15{,}70$ m, considerînd $h = 1{,}70$ m, înălțimea la ochiul observatorului care a efectuat măsurarea.

3.3.4 Determinarea înălțimii detaliilor după umbra lor

Pentru rezolvarea problemei prin acest procedeu ca element de comparație servește umbra observatorului care execută măsurarea (fig. 20).

Din asemănarea triunghiurilor ABC și abc se poate scrie:

$$\frac{H}{h} = \frac{D}{d},$$

din care rezultă înălțimea obiectului:

$$H = \frac{D}{d} h,$$

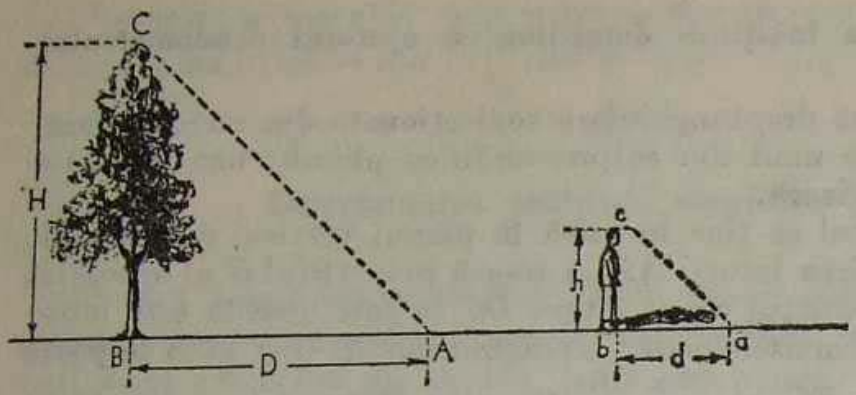


FIG. 20

în care lungimile celor două umbre pe sol D și d se măsoară direct, iar înălțimea operatorului h este cunoscută.

Exemplu: dacă înălțimea operatorului este de 1,70 m, umbra este de 2 m, iar umbra copacului de 8 m, aplicînd formula se obține înălțimea copacului ca fiind:

$$H = \frac{8}{2} \cdot 1{,}70 = 6{,}80 \text{ m.}$$

3.4 Determinarea pantei terenului

3.4.1 Aprecierea pantei terenului din vedere

Aprecierea pantei din vedere, care este destul de aproximativă, se poate face numai după fixarea în memorie a cîtorva pante tipice. De obicei panta se apreciază în grade. Trebuie ținut seama de faptul că panta privită de jos în sus pare totdeauna mai mare decît este în realitate.

Pentru a obține rezultate mai bune panta se apreciază privind-o din lateral și comparînd-o apoi cu valoarea unui unghi etalon cunoscut. Așa, de exemplu, pot fi cunoscute unghiurile unui echer sau pot fi măsurate unghiurile formate între degetele mîinii desfăcute la maximum. Aceste mărimi pot fi folosite apoi ca etaloane pentru aprecierea mărimii pantelor, după cum se vede din figurile 21 și 22.

Se va urmări ca în timpul aprecierii, echerul cu una din catetele sale, cît și palma cu degetul mijlociu să fie dispuse în poziție cît mai orizontală.

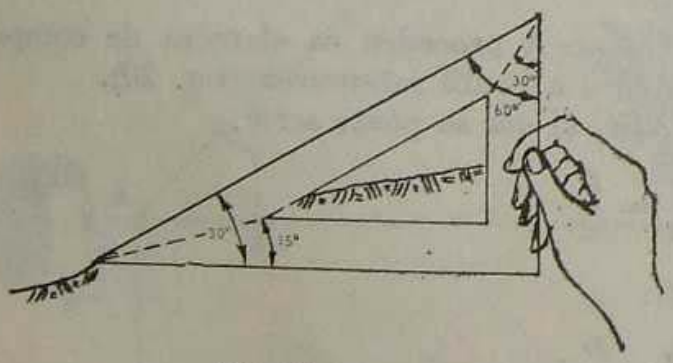


FIG. 21

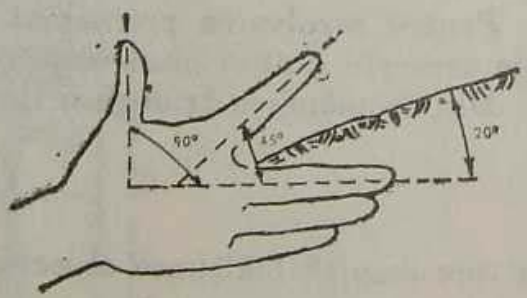


FIG. 22

3.4.2 Determinarea pantei prin compararea diferenței de nivel cu distanța orizontală

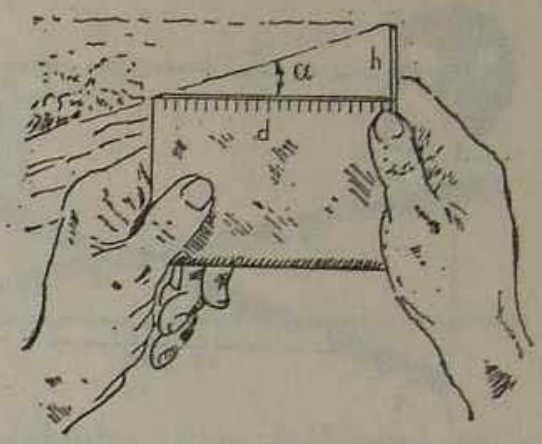


FIG. 23

Procedeul este simplu, dar mai precis decît procedeul aprecierii din vedere, cu observația că și la acesta determinarea se face tot dintr-o poziție laterală față de pantă (fig. 23).

Pentru aceasta este necesar a se dispune de un carnet gradat pe una din laturi sau de o riglă. La marginea carnetului sau riglei, a căror muchie gradată este ținută în poziție orizontală, se ridică un creion sau o riglă pînă la nivelul pantei terenului. Panta terenului va fi exprimată prin raportul $\frac{h}{d}$.

Pentru determinarea unghiului de pantă prin acest procedeu poate fi folosit următorul tabel, în care argumentul este numărul ce exprimă de cîte ori diferența de nivel este mai mică decît distanța orizontală.

d/h	60	30	20	15	12	10	5	4	3	2	1
Panta (α)	1°	2°	3°	4°	5°	6°	12°	15°	20°	30°	60°

Se observă că valoarea pantei se obține prin împărțirea numărului 60 la valoarea cîtului $\frac{d}{h}$, adică:

$$\alpha = \frac{h}{d} \cdot 60.$$

Exemplu: observînd prin procedeul descris mai sus, s-au obținut următoarele date: $d = 20$ cm, $h = 5$ cm. Se calculează cîtul $\frac{d}{h} = \frac{20}{5} = 4$ și apoi unghiul de pantă $\alpha = \frac{60}{4} = 15°$.

3.4.3 Determinarea pantei terenului prin măsurarea unei distanțe

Pentru a obține datele necesare observatorul oprit în punctul A, după deplasări către obiect sau invers, ținînd la nivelul ochilor în poziție orizontală marginea unui carnet, muchia unei cutii de chibrituri, marginea unei rigle sau a unui alt obiect drept la îndemînă, privește în lungul acestui obiect pînă observă pe pantă punctul de reper B. Următoarea fază este măsurarea cu pasul a distanței AB.

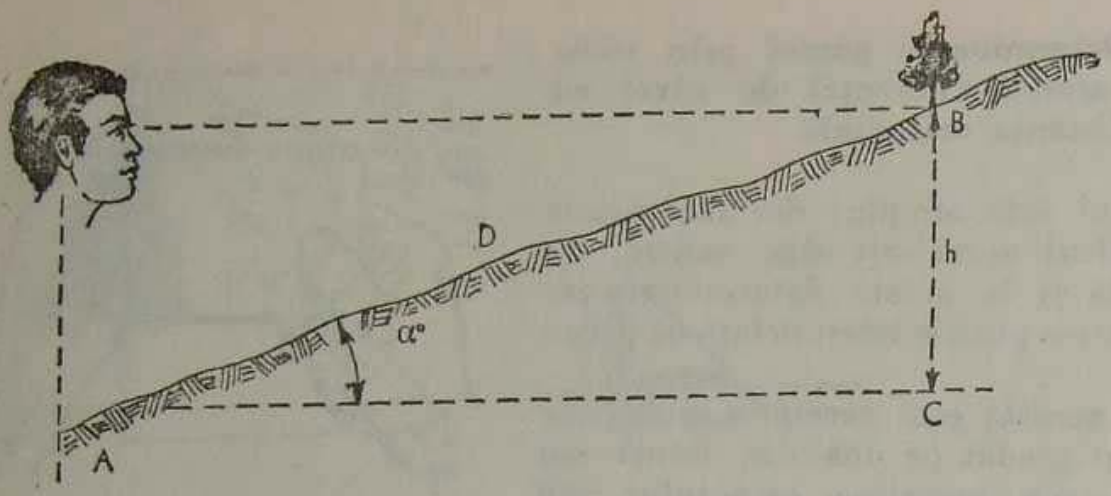


FIG. 24

În figura 24 diferența de nivel h reprezintă chiar înălțimea operatorului, care poate fi considerată egală cu 1,70 m; ținînd seama că lungimea pasului este de aproximativ 80 cm, se poate aprecia că diferența de nivel h este egală cu 2 pași.

Din triunghiul dreptunghic ABC, $\sin \alpha^\circ = \frac{h}{D}$ sau $\alpha^\circ = \frac{h}{D} \cdot \rho^\circ$; rotunjind pe ρ° la 60°, unghiul de pantă capătă forma $\alpha^\circ = \frac{h}{D} \cdot 60°$. Distanța D măsurîndu-se în pași, va cuprinde un număr de n pași. Urmează că

$$\alpha^\circ = \frac{2}{n} 60 \text{ sau}$$

$$\alpha^\circ = \frac{60}{\frac{n}{2}} = \frac{60}{N},$$

în care N este numărul de dubli pași.

Exemplu: dacă de la A la B s-au numărat 20 pași, unghiul de pantă va fi:

$$\alpha^\circ = \frac{60}{10} = 6°.$$

3.4.4 Determinarea pantei terenului cu ajutorul eclimetrului

Eclimetrul este un aparat de măsurat unghiuri verticale. Pentru rezolvarea problemei enunțate el poate fi confecționat dintr-o bucată dreptunghiulară de carton, placaj sau scîndură (fig. 25).

Perpendiculara în punctul O pe diametru intersectează semicercul în punctul notat cu diviziunea zero; spre stînga și spre dreapta se divizează din 5° în 5° (sau mai puțin) și se notează din 10° în 10°. În centrul O al semicercului se agață un fir cu plumb.

Pentru măsurarea unghiului de pantă se urmărește ca linia AB a eclimetrului să fie paralelă cu panta terenului (fig. 26).

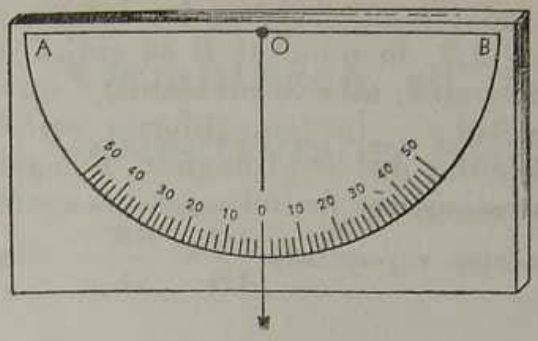


FIG. 25

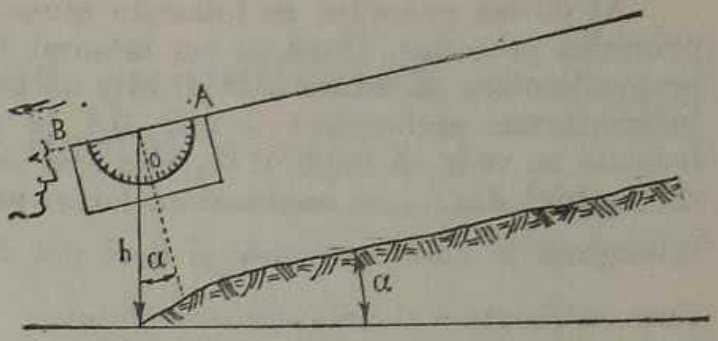


FIG. 26

Eclimetrul se ține în mînă la înălțimea ochiului. Prin înclinarea eclimetrului firul cu plumb se va deplasa pe semicerc; în momentul în care linia AB va fi paralelă cu panta terenului se va citi diviziunea peste care s-a suprapus firul cu plumb. Această citire va constitui chiar valoarea unghiului de pantă α (unghiurile α din figură sînt egale, ca fiind formate prin laturi perpendiculare).

3.5 Determinarea lățimii unui rîu

Determinarea lățimii unui rîu se face indirect, prin mai multe procedee, dintre care vor fi prezentate mai jos două (fig. 27 și 28).

Primul procedeu folosește egalitatea triunghiurilor. Astfel, pe malul opus se fixează un punct stabil D (un pom, o bornă, un stîlp etc.), după care se țărușează punctul A pe malul propriu. Pe latura AB, perpendiculară pe latura AD în punctul A, se măsoară distanțele $AE = EB$, în punctul E plantîndu-se un țăruș. În punctul B se ridică o perpendiculară pe latura AB pînă în punctul C, care trebuie să se găsească pe aliniamentul DE, materializat prin punctul stabil D și țărușul E. În triunghiurile egale astfel obținute lățimea rîului AD va fi egală cu latura BC, care poate fi măsurată direct.

Se admite ca punctul A să nu fie situat chiar pe malul rîului, dar în acest caz din distanța AD obținută se scade segmentul de la punctul A pînă la malul apei.

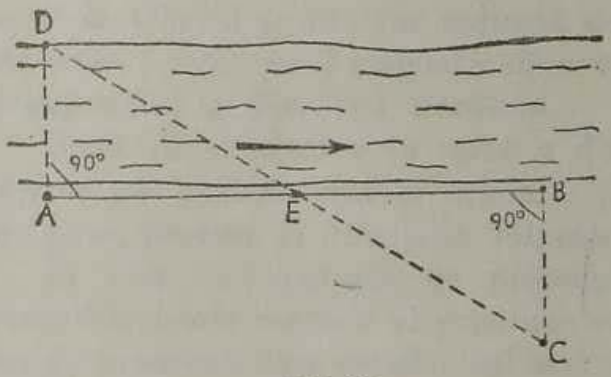


FIG. 27

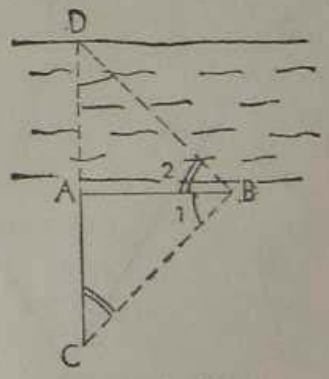


FIG. 28

Al doilea procedeu se folosește atunci cînd terenul nu permite folosirea primului procedeu. După ce s-a măsurat baza AB, în punctul B se ridică o perpendiculară pe latura BD (D este un punct stabil, ales în prealabil), care intersectează prelungirea laturii DA în punctul C. În triunghiurile astfel formate se vede că unghiul B_1 este egal cu unghiul din D și unghiul B_2 egal cu unghiul din C, ca unghiuri cu laturi perpendiculare. Avînd unghiuri egale triunghiurile sînt asemenea și deci pot fi scrise rapoartele $\frac{AD}{AB} = \frac{AB}{AC}$, din care se scoate valoarea lățimii rîului:

$$AD = \frac{(AB)^2}{AC},$$

în care distanțele AB și AC se măsoară direct.

Cînd se dispune de timp este recomandabil (în ambele cazuri) să se execute o a doua determinare, independentă de prima, pentru verificare.

3.6 Determinarea desimii pădurii și grosimii copacilor

În mod obișnuit desimea pădurii se apreciază din vedere, ținîndu-se seama de închiderea coroanelor copacilor. Pentru o determinare mai apropiată de realitate se calculează numărul mediu de copaci existenți în diferite porțiuni mai caracteristice ale pădurii. Pentru aceasta se stabilesc dinainte cîteva porțiuni de 10/10 m în care se numără copacii pe diferite grupe de vîrstă sau specii, în cazul pădurilor complexe, neglijîndu-se tufărișul. Media aritmetică a rezultatelor numărătorii efectuate pe diferite porțiuni va exprima desimea medie a pădurii.

Grosimea copacilor se apreciază de asemenea din vedere. În cazul necesității unor date mai exacte, grosimea copacilor se măsoară cu ajutorul unei rigle, gradată în cm, sau în lipsa acesteia cu ajutorul unei sfori ce cuprinde circumferința copacului; lungimea sforii împărțită în 3 va reprezenta diametrul, cu o aproximație admisibilă. Grosimea copacilor se măsoară la înălțimea pieptului unui om. Pentru a obține grosimea medie se aleg mai mulți copaci de grosimi (vîrste sau specii) diferite, făcîndu-se media aritmetică a rezultatelor obținute.

CAPITOLUL al 4-lea

Orientarea în teren şi indicarea obiectivelor (fără hartă)

4.1 Noţiuni de bază

A ne orienta în teren înseamnă a determina punctele cardinale şi punctul de staţie, în raport cu detaliile înconjurătoare de planimetrie şi relief. Pentru a ne putea orienta uşor trebuie să ştim a determina direcţiile (a măsura unghiurile) şi distanţele în teren.

Direcţia liniei drepte (*OC*) din teren (fig. 29) este determinată de unghiul orizontal (*A*) format de această direcţie şi oricare altă direcţie (*OB*), considerată drept origine. Se numeşte unghi orizontal unghiul format de proiecţiile liniilor drepte (aliniamentelor drepte din teren) pe planul orizontal. Drept origine poate fi luată oricare dreaptă bine determinată care trece prin punctul de staţie şi un detaliu bine văzut pe teren, numit reper.

Cînd orientarea se face după punctele cardinale, drept origine se consideră linia imaginară care corespunde direcţiei nord-sud şi care trece prin polii geografici ai Pămîntului, adică meridianul geografic sau meridianul adevărat.

Cînd orientarea se face după punctele cardinale determinate cu ajutorul busolei, de obicei se consideră drept meridian (linia nord-sud) direcţia care trece prin vîrfurile acului magnetic. Dar vîrfurile acului magnetic nu arată direcţia meridianului geografic, ci meridianul magnetic, polii magnetici. Unghiul format de aceste două direcţii (direcţia meridianului geografic şi direcţia meridianului magnetic) este denumit declinaţie magnetică şi se obţine aşa cum vom arăta la cap. 13.

Poziţia polilor magnetici se schimbă încet cu timpul şi de aceea, într-un punct oarecare de pe suprafaţa Pămîntului, se modifică treptat şi direcţia indicată de acul magnetic. Aşadar acul magnetic dă o valoare aproximativă a direcţiei nord-sud.

După determinarea în teren a direcţiei nord se pot stabili uşor şi celelalte puncte cardinale, precum şi direcţiile intermediare.

În cele ce urmează ne propunem să prezentăm unele metode şi procedee expeditive de orientare care satisfac cel mai adesea nevoile militare.

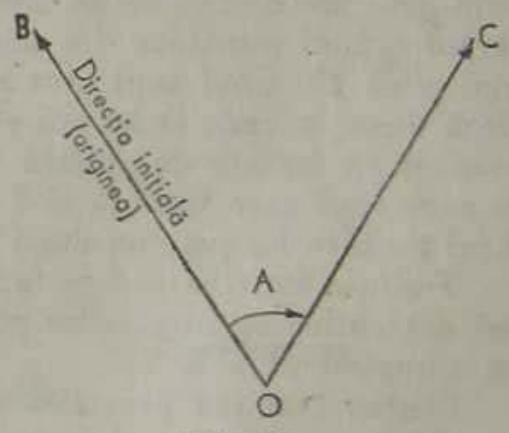


FIG. 29

4.2 Determinarea punctelor cardinale după aștri și prin alte procedee

4.2.1 După poziția Soarelui

Pe latitudinile mijlocii se poate considera cu aproximație că Soarele se află în pozițiile următoare:

Poziția Soarelui	luna		
	februarie, martie, aprilie, august, septembrie, octombrie	mai, iunie, iulie	noiembrie, decembrie, ianuarie
La est	la ora 6	la ora 8	nu se vede
La sud	la ora 12	la ora 12	la ora 12
La vest	la ora 18	la ora 18	nu se vede

Se înțelege că în zilele din lună cînd Soarele n-a răsărit sau a apus la orele indicate în tabel metoda de orientare nu poate fi folosită.

4.2.2 După Soare și ceas

Pentru a ne orienta în teren cu ajutorul ceasului și Soarelui vom ține ceasul în fața noastră, în plan orizontal, rotindu-l astfel încît acul orar să fie îndreptat spre acel punct de pe linia orizontului în dreptul căruia se află Soarele (fig. 30). Bisectoarea unghiului format de acul orar și linia ce trece prin cifra 12 de pe cadran, considerînd sensul de la centrul ceasului spre exterior, va arăta direcția spre sud.

Aceasta rezultă din faptul că Soarele parcurge drumul său aparent în jurul Pămîntului în decurs de 24 ore, iar acul care indică orele parcurge tot cadranul în 12 ore. În consecință, dacă îndreptăm acul orar al ceasului spre Soare la amiază, cînd arată ora 12, atunci el ne indică direcția spre sud. Cum acul are o mișcare de două ori mai repede decît Soarele trebuie să considerăm numai jumătate din unghiul format pe cadran de acul orar și direcția spre cifra 12. Cînd acul orar este îndreptat spre Soare, bisectoarea unghiului arată direcția unde ar trebui să fie Soarele la amiază, adică direcția spre sud. Evident că înainte de amiază va trebui împărțit la doi unghiul de pe cadran pe care acul orar trebuie să-l parcurgă pînă la ora 12, iar după-amiază, unghiul pe care l-a parcurs după ora 12.

Trebuie avut în vedere faptul că primăvara și mai ales vara (în luna iunie) determinarea direcțiilor punctelor cardinale este mai puțin precisă, eroarea ajungînd pînă la 25°.

Pentru mărirea preciziei se poate folosi o variantă a acestui procedeu, care impune următoarele operații:

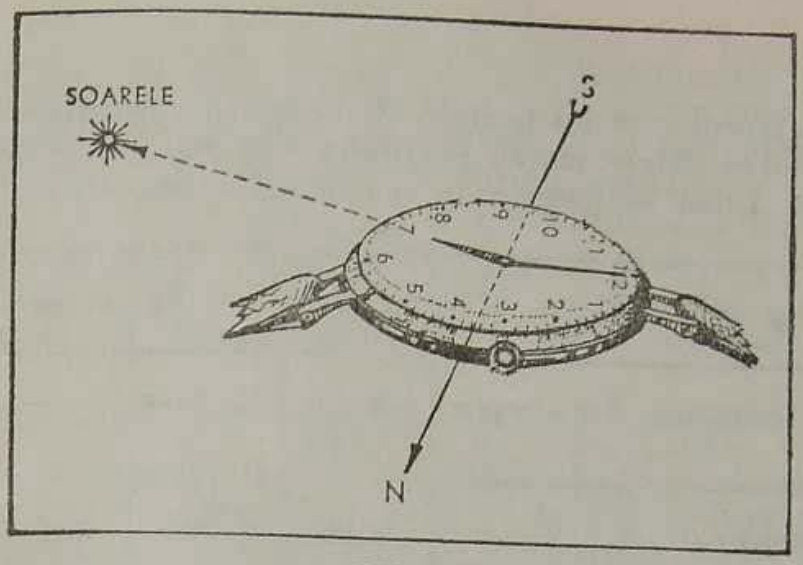


FIG. 30

— se ține ceasul într-o poziție oblică sub un unghi de 40°-50° (pentru latitudinea de 40°-50°); ceasul se va ține între degetul mare și degetul arătător în dreptul cifrelor 3, respectiv 9, avînd cifra 12 opusă privirii noastre;

— se caută pe cadran mijlocul arcului de cerc între acul orar și cifra 12 și în acest punct se ține un bețișor subțire perpendicular pe cadran;

— fără a schimba înclinarea ceasului ne întoarcem împreună cu el față de Soare, în așa fel încît umbra lăsată de bețișor să treacă prin centrul cadranului; în acest moment cifra 12 se va găsi spre sud.

4.2.3 După Steaua Polară

Pe timpul nopții se poate afla poziția punctelor cardinale luîndu-se în considerare faptul că dacă ne îndreptăm cu fața spre Steaua Polară, aceasta ne va indica întotdeauna direcția spre nord.

Problema se pune cum se găsește pe bolta cerească Steaua Polară, care face parte din constelația „Carul mic" (Ursa mică)? Pentru aceasta procedăm astfel:

— găsim constelația Carul mare (Ursa mare); această constelație se prezintă sub forma unui grup de stele, suficient de vizibile, format din 7 stele strălucitoare, dispuse larg (fig. 31);

— prelungim imaginar dreapta ce trece prin ultimele două stele (roți) ale Carului mare, după cum se poate vedea în figură; la o depărtare de aproximativ 5 ori distanța dintre roți se află Steaua Polară, tot atît de luminoasă ca și stelele α și β ale Carului mare.

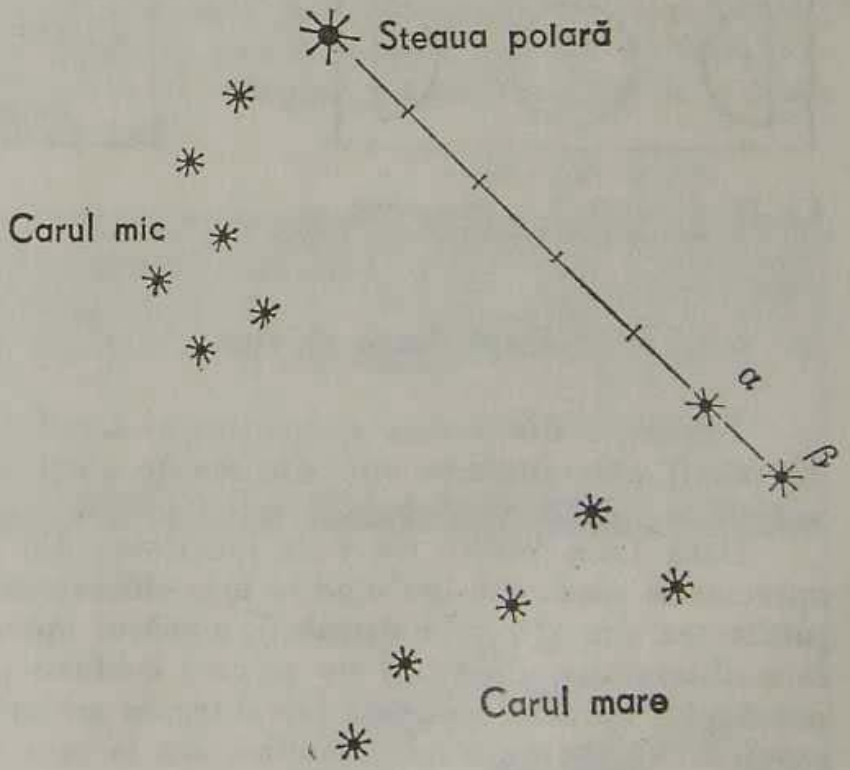


FIG. 31

4.2.4 După Lună

Atunci cînd condițiile meteorologice nu permit vizibilitatea spre Steaua Polară, dar se vede Luna, pentru determinarea punctelor cardinale se poate considera, cu aproximație, că Luna se găsește în următoarele poziții:

Fazele Lunii (fig. 32)	La ora 18	La ora 24	La ora 6
Primul pătrar (se vede numai jumătatea din dreapta a Lunii)	la sud	la vest	—
Lună plină (se vede tot discul Lunii)	la est	la sud	la vest
Ultimul pătrar (se vede numai jumătatea din stînga a Lunii)	—	la est	la sud

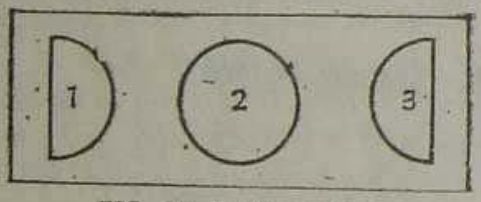


FIG. 32. Fazele Lunii
1 — primul pătrar; 2 — Lună plină; 3 — ultimul pătrar.

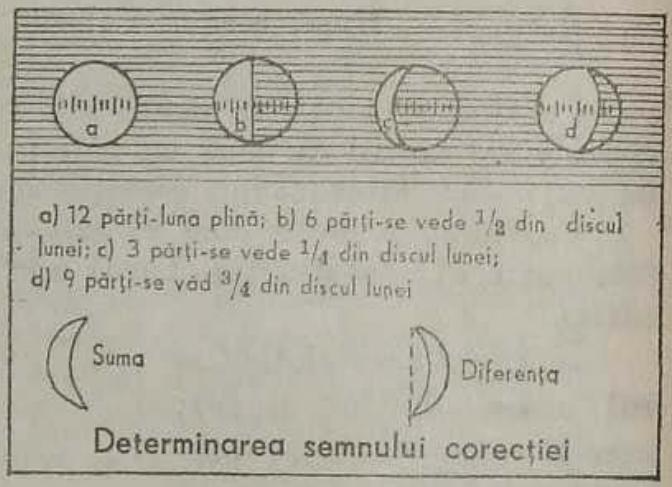


FIG. 33

4.2.5 După Lună și ceas

Împărțim din vedere raza discului Lunii în 6 părți egale (diametrul în 12 părți) apreciindu-se cîte din aceste părți se cuprind în secțiunea transversală a părții vizibile a Lunii (fig.33).

Dacă Luna crește (se vede jumătatea din dreapta a discului), numărul apreciat se scade din ora cînd se face observarea; dacă Luna descrește (se vede jumătatea din stînga a discului), numărul apreciat se adaugă la ora cînd se face observarea. Pentru a nu se crea confuzii privind adunarea sau scăderea numărului apreciat se poate folosi regula arătată în figura 33. Suma sau diferența astfel obținută ne va indica ora la care Soarele se va găsi în acel loc unde în momentul observării se află Luna.

Determinînd în acest fel ora pentru poziția Soarelui și considerînd Luna drept Soare se obține direcția spre sud, așa cum s-a determinat în cazul orientării după Soare și ceas. Va trebui să îndreptăm spre Lună nu acul orar, ci cifra de pe cadran a orei astfel obținute.

Pentru a stabili cînd crește sau descrește Luna se mai poate folosi și următoarea regulă: dacă arcul Lunii reprezintă partea rotundă din litera „*D*", Luna crește (inversul cuvîntului „descrește"); dacă arcul Lunii seamănă cu litera „*C*", Luna descrește (inversul cuvîntului „crește").

Pentru o mai bună înțelegere a celor expuse mai sus dăm următorul exemplu: Să considerăm că observarea se face la 4^h și 30^m. Apreciem din vedere că $^9/_{12}$ din diametru se cuprind în partea vizibilă a Lunii, secționată transversal (fig. 34). Faptul că se vede partea din stînga înseamnă, așa după cum am arătat mai sus, că Luna descrește. Soarele se va găsi pe locul unde se află Luna la 13^h și 30^m ($4^h\ 30^m + 9^h$), deci cînd acul orar al ceasului ar indica $1^h\ 30^m$. Dacă în această poziție a acului orar orientăm ceasul spre Lună, direcția sud va fi indicată de bisectoarea unghiului format în centrul cadranului de ora 1,30 și ora 12.

De reținut este faptul că atunci cînd observațiile se fac pe Lună plină discul se vede în întregime, avînd deci 12 diviziuni, ceea ce corespunde celor 12 ore; prin adunarea sau scăderea lor după regulile stabilite nu se modifică cu nimic ora indicată de ceas. În această situație se va îndrepta spre Lună chiar acul orar.

În afară de procedeele descrise mai sus, orientarea în teren fără hartă se mai poate face și pe baza observațiilor asupra unor obiecte sau fenomene din natură, ca de exemplu:

— pe partea de nord copacii au coaja neregulată, crăpată, umedă și uneori acoperită cu mușchi;

— inelele de creștere anuală observate la trunchiurile de copaci tăiați sînt mai îndepărtate unele de altele în partea dinspre sud a trunchiului;

— la copacii izolați sau la cei de la marginea pădurilor ramurile și frunzele sînt mai dese în partea de sud;

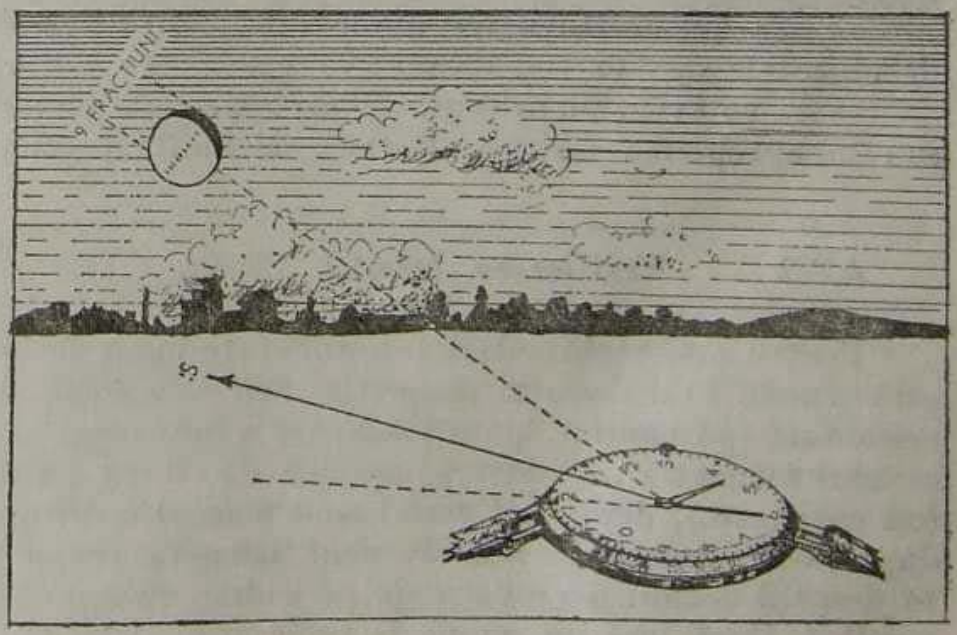


FIG. 34

— mușchii acoperă stîncile și pietrele mari pe partea de nord a lor;
— în partea de nord a poienelor din pădure iarba este mai deasă decît pe partea de sud;
— zăpada se menține timp mai îndelungat în partea de nord a clădirilor și pomilor;
— la bisericile ortodoxe altarele sînt îndreptate spre est;
— în regiunile deluroase, viile se cultivă mai ales pe pantele orientate spre sud.

4.3 Orientarea în teren cu busola

4.3.1 Descrierea busolei și reguli de manipulare

Pentru determinarea în teren a azimutului magnetic se folosesc diverse procedee și metode, în funcție de precizia cerută întrebuințîndu-se instrumente și aparate adecvate.

Instrumentul cel mai des întîlnit în astfel de măsurări este busola. În forma sa cea mai simplă ea este construită dintr-un ac magnetic mobil în jurul unui ax vertical, așezat în centrul unui disc gradat, denumit cadran, pe care sînt indicate și punctele cardinale.

Gradațiile sînt exprimate în grade sau miimi. Gradația zero pe cadran mai este notată și cu litera *N* (nord). Valoarea unei gradații pe cadran depinde de tipul și precizia busolei. Acul magnetic poate fi blocat cu ajutorul unui opritor, avînd posibilitatea de a-l lăsa să oscileze cînd se întrebuințează.

Cînd se lucrează cu busola, pentru a se asigura funcționarea ei corectă, trebuie să fie respectate următoarele reguli:

— pentru ca părțile fosforescente să lumineze mai bine pe întuneric busola se ține deschisă timp de 15-20 minute la soare sau lumină electrică;
— în timpul deplasării sau nefolosirii acul magnetic este blocat, ferindu-l astfel de uzură;
— punctul de stație trebuie astfel ales încît să se situeze cît mai departe de obiectele de fier sau de oțel care ar putea influența acul magnetic;
— se va evita lucrul cu busola pe timp de furtună cu descărcări electrice sau în apropierea liniilor electrice de înaltă tensiune.

4.3.2 Verificarea busolei

Pentru a se stabili dacă o busolă este bună de întrebuințat trebuie verificată sensibilitatea acului magnetic. Pentru aceasta se așază busola în poziție orizontală (pe pămînt, pe o masă, pe o buturugă) și se lasă acul liber. După ce acul magnetic s-a oprit se apropie de cîteva ori un obiect de fier sau oțel (un cuțit etc.), deplasînd astfel acul magnetic din poziția de echilibru. Dacă după fiecare asemenea mișcare acul magnetic revine repede cu ambele capete în dreptul aceleiași gradații de pe cadran înseamnă că acul este suficient de sensibil. Dacă însă nu revine la aceleași gradații sau revine foarte încet în-

seamnă că acul magnetic nu este suficient de sensibil sau vîrful acului de oțel pe care este suspendat s-a uzat și trebuie ascuțit sau că bucșa acului magnetic s-a defectat (noroi sau zgîrieturi în interior, care trebuie îndepărtate). În aceste cazuri busola trebuie reparată.

4.3.3 Determinarea azimutului unei direcții cu busola

Pentru determinarea azimutului se procedează în felul următor:

— militarul se îndreaptă cu fața spre obiectul căruia urmează să-i determine azimutul;

— se deblochează acul magnetic lăsîndu-l să oscileze, se întoarce busola în plan orizontal în așa fel, ca vîrful acului magnetic ce reprezintă nordul să coincidă cu gradația zero de pe cadran;

— menținîndu-se în permanență acul magnetic în poziția inițială se rotește capacul busolei pînă cînd cătarea, țelul și obiectul vizat se găsesc în același plan vertical;

— se citește pe cadran valoarea gradației din dreptul indicelui, care este chiar azimutul direcției spre obiectul considerat.

Dacă busola nu are capac rotitor cu dispozitiv de vizare, pe geamul busolei se așază un băț de chibrit, astfel încît să treacă prin centrul cadranului, la capătul căruia se va citi gradația.

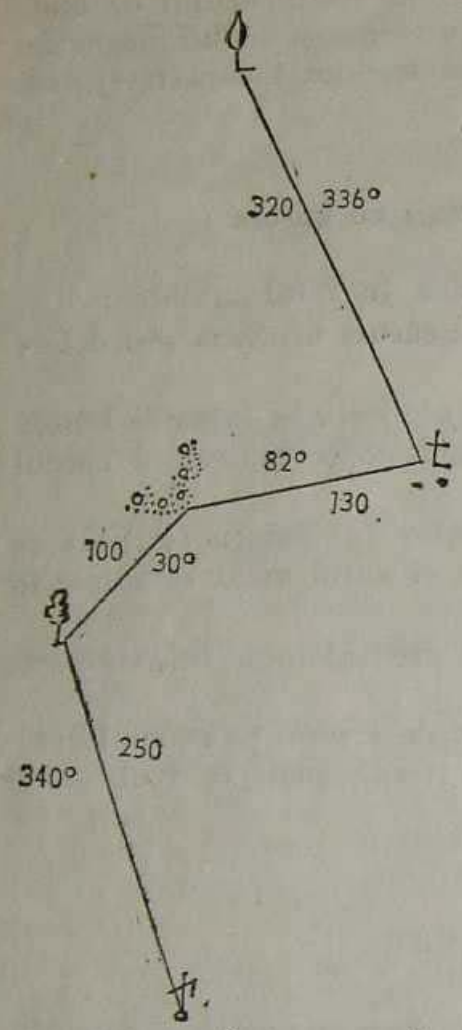
4.4 Deplasarea după un azimut dat

Deplasarea în teren necunoscut sau în afară de drumuri, pe timp de ceață, în pădure, noaptea implică unele greutăți din punctul de vedere al orientării după detalii din teren; în aceste cazuri se folosește busola.

Pentru a ajunge la un punct dat fără a avea posibilitatea să-l vedem va trebui să știm direcția și distanța de deplasare. În acest caz este necesar să determinăm pe teren o direcție spre acel punct, definită prin azimutul magnetic. Dacă direcția este definită prin azimutul adevărat va trebui să-l transformăm în azimut magnetic, ținînd seama de declinația magnetică. În cazul cînd valoarea declinației magnetice este mai mică decît precizia de determinare a busolei folosite atunci azimutul adevărat poate fi considerat egal cu cel magnetic.

Să presupunem că urmează să ne deplasăm dintr-un punct pe o direcție al cărui azimut magnetic este stabilit dinainte.

În punctul de plecare rotim capacul busolei pînă ce indicele ajunge în dreptul valorii stabilite, pe care o citim pe cadran. Deblocăm acul magnetic și ținînd busola cu cătarea spre noi, ne întoarcem pînă cînd vîrful nord al acului magnetic se așază în dreptul gradației zero a cadranului. Vizînd prin cătare și țel, fără să mișcăm busola, căutăm pe această direcție un detaliu de planimetrie (reper) care marchează în teren direcția pe care ne deplasăm. Ajungînd la detaliul stabilit, repetăm operațiile, fixînd un alt reper pe azimutul dat și așa, din aproape în aproape, vom ajunge la punctul final ce ne-a



Nr. crt.	Traseul	Azimutul magnetic	Distanța în pași
1	Fîntîna-pomul stufos	340°	250
2	Pomul stufos-colțul pădurii	30°	100
3	Colțul pădurii-crucea izolată	82°	130
4	Crucea izolată-pomul „pară“	336°	320

FIG. 35

fost indicat. Între reperii astfel fixați se măsoară distanța cu pasul, parcurgînd prin însumare depărtarea de la punctul inițial pînă la punctul dat.

Cînd deplasarea se face pe o linie frîntă se stabilesc prin misiunea dată lungimea și azimutul magnetic ale fiecărei porțiuni de drum în linie dreaptă. Toate datele referitoare la deplasarea după azimut se înscriu într-un tabel sau pe o schiță (fig.35).

Trebuie avut în vedere faptul că în determinările cu busola chiar în condițiile respectării tuturor regulilor se introduc unele erori, nefiind posibilă stabilirea precisă a direcției de deplasare. Cu aproximație se poate considera că o eroare de citire pe cadran de 1° dă o abatere laterală de cca 20 m pentru fiecare kilometru. De aceea, dacă după ce am parcurs distanța dată nu găsim reperul care trebuie să fie în punctul respectiv de schimbare a direcției, el va trebui căutat în apropiere, într-un cerc a cărui rază este aproximativ egală cu 1/10 din distanța parcursă.

4.5 Procedee de indicare a obiectivelor în teren

Urgența cu care este cerută uneori poziția unor obiective în teren face imposibilă indicarea lor cu ajutorul aparaturii speciale sau al planurilor și hărților. Indicarea obiectivelor în asemenea situații prezintă o mare impor-

tanță și trebuie să se facă în așa fel încît o altă persoană să înțeleagă repede, simplu și precis locul unde se află un obiectiv pe teren.

Greutatea indicării obiectivelor constă în faptul că același obiectiv văzut din observatoare diferite se prezintă sub diverse aspecte; ceea ce se observă dintr-un observator spre dreapta, poate fi observat din alt observator spre stînga; dintr-un observator un obiectiv este mai departe, din alt observator este mai aproape; unele obiective se văd dintr-un observator, în timp ce din alt observator nu pot fi văzute etc.

Înțelegerea dintre cel care transmite și cel care primește se realizează prin cunoașterea precisă a procedeelor de indicare și prin îndemînarea de a alege procedeul care, în condițiuni date, poate indica mai bine obiectivul.

4.5.1 Indicarea obiectivelor prin vedere directă

Pentru indicarea unui obiectiv transmițătorul și primitorul trebuie să aibă un program comun privind ordinea operațiilor ce urmează să fie efectuate. La indicarea unui obiectiv trebuie să se aibă în vedere următoarea succesiune a datelor transmise:

— indicarea poziției obiectivului față de un punct fix, de o direcție de referință, de un reper din teren etc.;

— comunicarea denumirii obiectivului (după un cod stabilit anterior sau după denumirea sa reală), cu redarea unor caracteristici ale acestuia privitor la activitate, culoare, natură, formă, dimensiuni etc.;

— indicarea unor detalii de planimetrie din imediata apropiere a obiectivului și, în general, a unor caracteristici ale terenului înconjurător.

Comunicările pentru indicarea obiectivelor se fac într-un anumit ritm, pentru a fi excluse confuziile și întrebările repetate ale primitorului.

Pentru indicarea obiectivelor există mai multe procedee. Se alege de fiecare dată procedeul cel mai potrivit, în funcție de situația creată, în raport cu timpul disponibil, condițiile de observare, poziția relativă a transmițătorului față de primitor etc. Primitorul trebuie să ia asemenea măsuri, încît să poată identifica în minimum de timp obiectivul indicat, schimbînd, dacă este nevoie, chiar poziția observatorului. Cînd primitorul nu poate găsi detaliul indicat, din cauză că poziția lui nu i-a fost suficient lămurită, comunică acest lucru transmițătorului. În această situație transmițătorul repetă indicarea prin alt procedeu, care să asigure înțelegerea de către primitor.

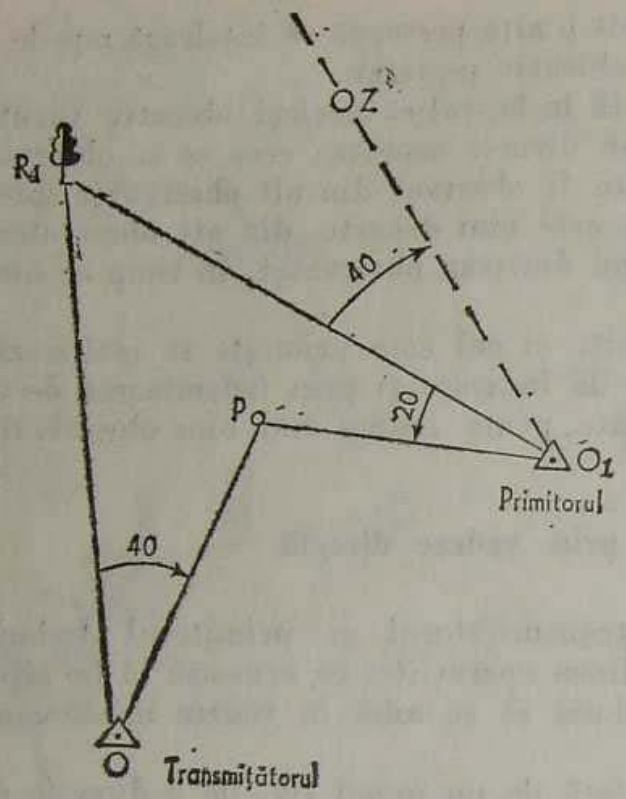
Cînd transmițătorul și primitorul se află în același observator și cînd obiectivul se vede, acesta se indică direct pe teren, cu ajutorul unuia din următoarele procedee:

— prin fixarea pe obiectiv a firelor reticulare ale unui aparat optic sau chiar a unui binoclu, cînd acesta poate fi așezat și fixat cu încrucișarea firelor pe obiectiv și dacă primitorul se poate apropia de aparat;

— cu ajutorul detaliilor din teren (repere) sau prin indicarea unghiului orizontal și a celui vertical, cînd primitorul nu poate să se apropie de aparat.

Cînd transmițătorul și primitorul se află în puncte diferite, indicarea obiectivelor se face în funcție de poziția obiectivului față de direcția de obser-

FIG. 36



vare sau față de un reper. Direcția se dă în unități unghiulare față de direcția de referință sau de reper, iar distanța — în metri sau în diviziuni.

În general observatorul care transmite elementele trebuie să aibă grijă de a le transforma, pentru ca primitorul să le poată folosi. Să considerăm că primitorului aflat în observatorul său O_1 i se dau elementele neschimbate așa cum le-a obținut transmițătorul. De exemplu: „Reper 4, dreapta 40, mai puțin 500, pușcă-mitralieră, neutralizați". Dacă aceste date sînt folosite așa cum le-a primit înseamnă să măsoare unghiul față de reperul 4 (dreapta 40) și pe această direcție, la o distanță mai mică cu 500 m față de reper, să caute obiectivul în zona Z, deci în dreapta liniei de observare. În realitate obiectivul se găsește în punctul P, la stînga liniei de observare și la o distanță corespunzătoare față de reper (fig. 36). În concluzie rezultă că primitorul poate găsi obiectivul numai după ce transmițătorul a transformat elementele observate; de exemplu: „Reper 4, stînga 20, mai puțin 450, pușcă-mitralieră, neutralizați".

Se înțelege că acestea sînt numai cîteva din procedeele de indicare a obiectivelor, în practică putîndu-se folosi și altele, cu condiția să răspundă nevoilor cîmpului de luptă și să poată fi folosite pentru asigurarea operativității.

PARTEA A II-A

HĂRȚILE TOPOGRAFICE MILITARE

CAPITOLUL al 5-lea

Harta şi planul topografic

5.1 Definiţii

Harta este o reprezentare micşorată pe un plan a întregii suprafeţe a Pămîntului sau numai a unei porţiuni din ea, la o scară convenabil aleasă.

Planul topografic este acea reprezentare ce conţine suprafeţe mici, a căror ridicare şi reprezentare nu sînt influenţate practic de forma sferică a Pămîntului.

5.2 Noţiuni generale asupra cartografiei

Cartografia este ştiinţa care se ocupă cu studiul hărţilor privind conţinutul, metodele şi procesele tehnologice de redactare, întocmire şi reproducere a lor în tiraj. Fiind o ştiinţă aplicată, ea are ca scop executarea diferitelor genuri de opere cartografice, necesare nevoilor economiei naţionale şi apărării patriei.

În principiu cartografia se subdivide în trei părţi şi anume:

— cartografia matematică;
— redactarea hărţilor;
— editarea hărţilor.

Cartografia matematică este acea ramură a cartografiei care se ocupă cu studiul proiecţiilor cartografice şi al problemelor referitoare la construirea reţelelor cartografice (geografice).

Prin intermediul cartografiei matematice se stabilesc relaţiile funcţionale între coordonatele punctelor de pe suprafaţa terestră şi coordonatele punctelor corespunzătoare din plan (hartă). De asemenea, pe baza scopului urmărit, la alegerea proiecţiei şi proiectarea hărţilor se determină deformările de reprezentare în plan a suprafeţei terestre, precum şi modul de reprezentare a diferitelor curbe de pe suprafaţa terestră.

Redactarea şi întocmirea constituie acea ramură a cartografiei care studiază metodele şi procedeele de construcţie a originalelor hărţii. În orbita acestei discipline intră metodele de prelucrare primară a principalelor elemente din conţinutul hărţilor, teoria şi practica generalizării cartografice, precum şi asigurarea controlului ştiinţific în toate fazele de creare a hărţilor.

Editarea hărţilor este acea ramură a cartografiei care are ca obiect studierea metodelor şi proceselor tehnologice de reproducere şi multiplicare a hărţilor.

Cartografia ca știință s-a impus încă din cele mai vechi timpuri, fiind generată de dezvoltarea celorlalte științe, de cerințele nevoilor economice și comerciale și în special de cerințele acțiunilor militare. Se poate spune că folosirea hărților în scopuri militare are aceeași vechime ca și cartografia însăși. Cu fiecare război au crescut și necesitățile în hărți, ajungîndu-se ca în cel de-al II-lea război mondial să se consume un volum de peste cinci miliarde foi de hartă.

Nivelul dezvoltării științei și artei militare a influențat în mod nemijlocit problemele științifice ale cartografiei. Astfel, ca urmare a apariției artileriei s-a trecut de la proiecțiile echivalente la proiecțiile conforme, s-a ivit necesitatea transformărilor de coordonate dintr-un sistem în altul.

5.3 Noțiuni asupra proiecțiilor cartografice

Reprezentarea în plan a unei porțiuni din suprafața Pămîntului se poate efectua prin alegerea unui sistem de proiecție, potrivit scopului și destinației hărții ce se întocmește. Atît alegerea sistemului de proiecție cel mai potrivit pentru realizarea unei hărți, cît și proiectarea propriu-zisă sînt operații de o importanță deosebită și care necesită o studiere detaliată a tuturor caracteristicilor regiunii de reprezentat.

Proiectarea oricăror hărți presupune cunoașterea unor elemente specifice proiecțiilor perspective și anume: planul de proiecție, punctul central al proiecției, punctul de vedere (fig. 37), scara de reprezentare, aspectul rețelei geografice și al rețelei kilometrice (rectangulare).

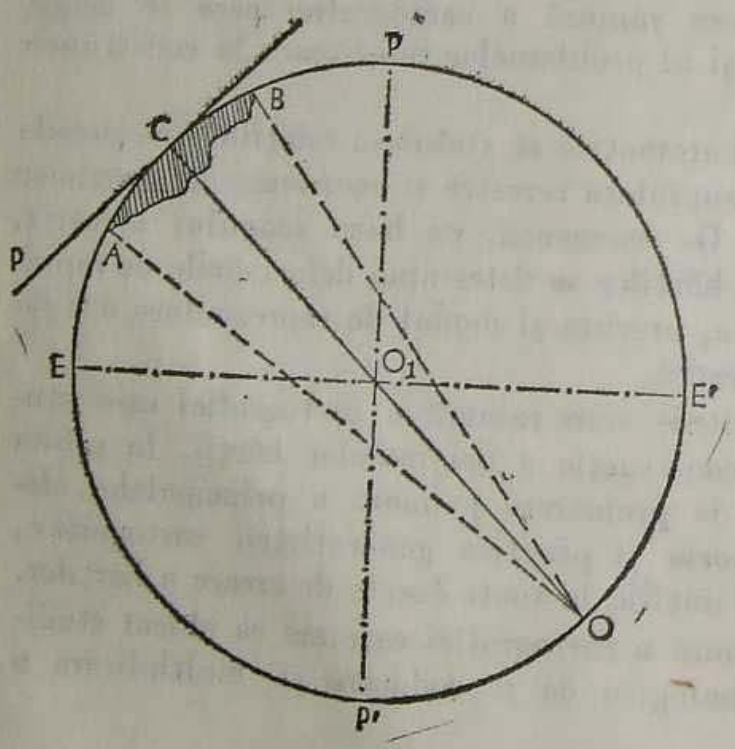


FIG. 37
P — planul de proiecție; *A—B* — zona proiectată; *C* — punctul central al proiecției; *O* — punctul de vedere (observatorul).

Planul de proiecție este suprafața pe care se face proiectarea unei porțiuni de pămînt pe elipsoidul de referință.

Planurile de proiecție pot fi suprafețe plane, considerate tangente sau secante la suprafața de reprezentat, precum și suprafețe desfășurabile, în cazul cilindrului și al conului.

Punctul central al proiecției este punctul situat în centrul zonei de reprezentat, în jurul căruia se desfășoară zona ce urmează a se proiecta. Punctul central al proiecției poate să fie fictiv sau materializat în teren, prin determinări geodezice.

Punctul de vedere este punctul în care se consideră situat ochiul observatorului, atunci cînd el privește spre zona de reprezentat.

Rețeaua geografică este rețeaua de pe globul terestru, constituită din ansamblul paralelelor și meridianelor. *Rețeaua cartografică* (termen ce se folosește foarte des în lucrările de cartografierea hărților topografice) este rețeaua formată din linii curbe sau drepte, rezultate din proiecția în plan a meridianelor și a paralelelor. Cu ajutorul rețelei cartografice se pot determina coordonatele geografice ale punctelor de pe suprafața terestră, se rezolvă diferite măsurări pe hartă etc.

Pe hărți rețeaua cartografică se reprezintă cu o astfel de densitate, încît să permită determinarea cu ușurință a coordonatelor geografice ale punctelor. Pe hărțile topografice la scări mari și medii, rețeaua cartografică nu se trasează în interiorul cadrului hărților, ci în exteriorul acestora, prin materializarea ei pe cadrul geografic, marcînd în același timp coordonatele geografice ale fiecărui colț de hartă. Pe hărțile topografice la scara 1:500 000 și 1:1 000 000, rețeaua cartografică se trasează în întregime în conținutul acestora.

Rețeaua kilometrică (rectangulară) este rețeaua formată din drepte echidistante, paralele cu sistemul de axe rectangulare plane ales. Pe hărțile topografice acest sistem de rețea se trasează la diferite densități, în funcție de scara hărții, suprafața de reprezentat și precizia de determinare a coordonatelor rectangulare ale punctelor din conținutul fiecărei hărți.

5.4. Clasificarea proiecțiilor cartografice

În general, în cartografia matematică se obișnuiește a se clasifica proiecțiile cartografice după anumite criterii.

Ținînd seama de aceste criterii, și anume de caracterul deformărilor și de aspectul rețelei cartografice, proiecțiile cartografice se împart astfel:

— după caracterul deformărilor, în proiecții conforme, echivalente și arbitrare (afilactice);

— după aspectul rețelei cartografice, în proiecții perspective, conice, cilindrice, azimutale, pseudoconice, pseudocilindrice și policonice.

5.4.1 Clasificarea proiecțiilor cartografice după caracterul deformărilor

5.4.1.1 *Proiecțiile conforme*

Proiecțiile conforme sînt acele proiecții în care unghiurile nu se deformează, adică unghiurile măsurate în teren au aceeași valoare cu cele din planul de proiecție. Figurile din planul de proiecție sînt asemenea cu cele de pe teren, dar cu arii neegale, ceea ce duce la concluzia că în astfel de proiecții forma figurilor se păstrează, dar se modifică suprafețele acestora (fig. 38).

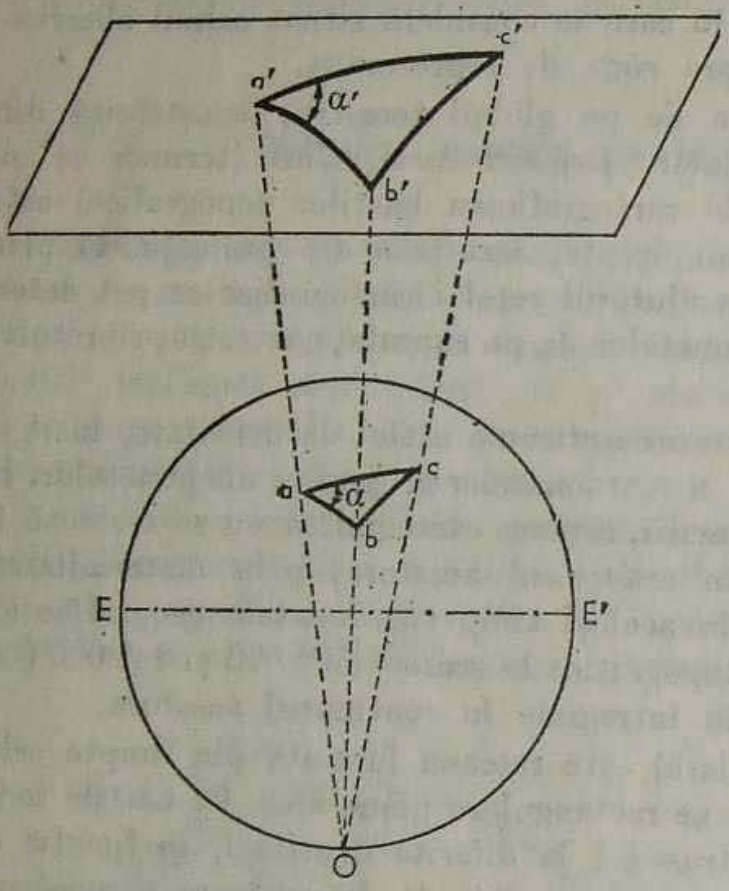


FIG. 38

Ținînd seama de faptul că prin natura lor proiecțiile conforme conservă unghiurile, ele își găsesc o largă aplicare la întocmirea hărților topografice militare. În literatura de specialitate se obișnuiește ca proiecțiilor conforme să li se mai spună proiecții echiunghiulare, autogonale sau ortomorfe.

5.4.1.2 *Proiecțiile echivalente*

Proiecțiile echivalente sînt acele proiecții, în care se păstrează egalitatea dintre suprafețele de pe elipsoid și cele reprezentate în planul de proiecție. Rezultă deci că cele două figuri, oricare ar fi forma lor, sînt echivalente, adică au aceeași arie (fig. 39).

În aceste proiecții figurile sub formă de pătrat de pe elipsoid *(a b c d)* se proiectează pe suprafața desfășurabilă a unui con, după un romb *(a' b' c' d')* sau un paralelogram cu aria egală cu a figurii corespunzătoare de pe elipsoid. În general, proiecțiile echivalente se folosesc la elaborarea hărților în care se urmărește păstrarea suprafețelor, și anume la hărțile cadastrale.

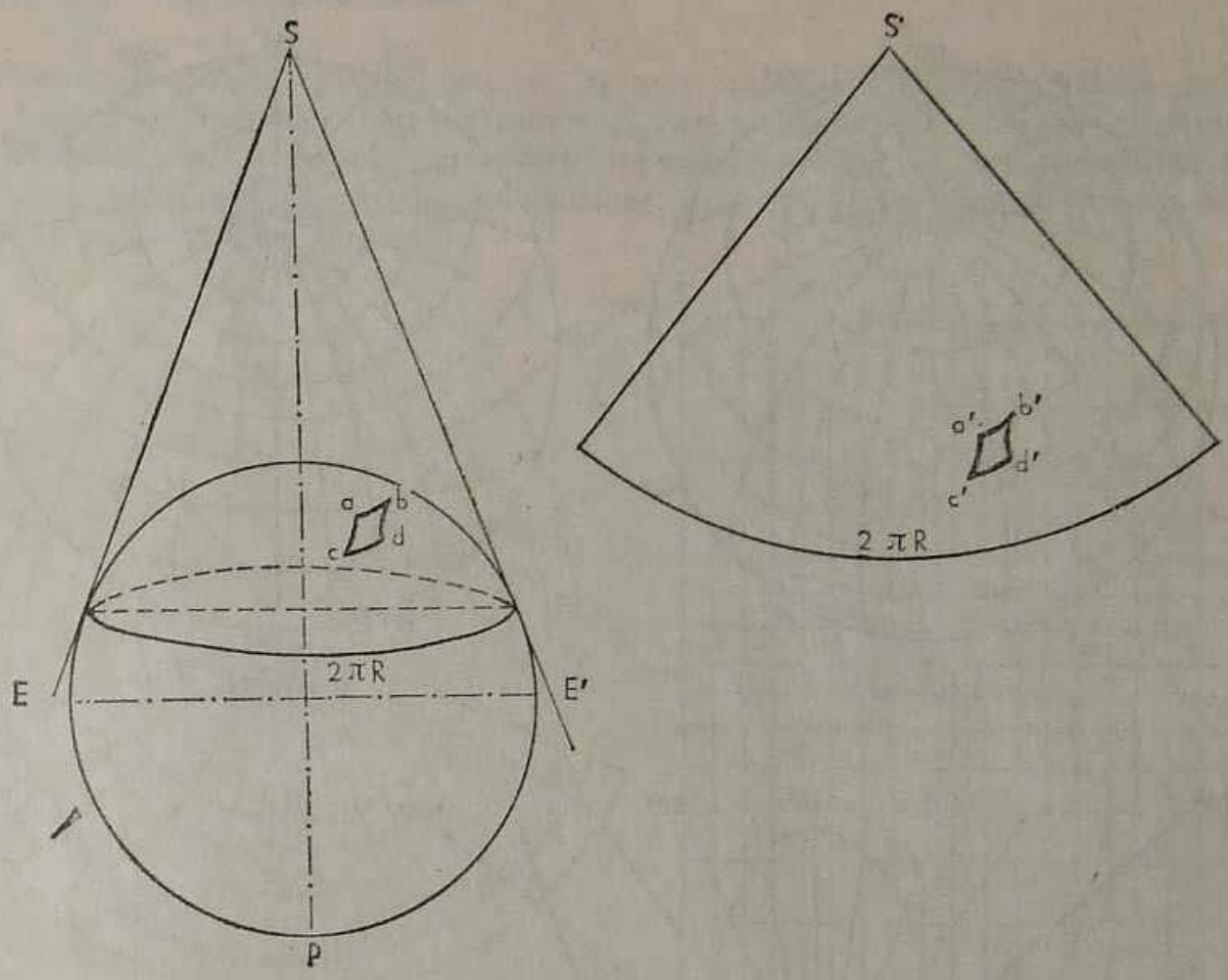


FIG. 39

5.4.1.3 *Proiecțiile arbitrare*

Proiecțiile arbitrare sînt acele proiecții care, după natura deformărilor, nu aparțin nici celor conforme, nici celor echivalente, întrucît acestea deformează atît unghiurile, cît și suprafețele. Aceste proiecții au o largă aplicare la întocmirea hărților geografice generale, mai ales cînd se urmărește ca destinația acestora să satisfacă elaborarea hărților tematice.

5.4.2 Clasificarea proiecțiilor cartografice după aspectul rețelei cartografice

5.4.2.1 *Proiecțiile perspective*

Proiecțiile perspective sînt acele proiecții în care, de regulă, suprafața terestră se ia drept suprafața sferei de rază R.

În funcție de poziția punctului de unde privim, aceste proiecții se împart în patru categorii și anume: *ortografice* (fig. 40), cînd punctul de vedere se află la infinit, *exterioare*, cînd punctul de vedere este la o distanță mai mare decît R, *stereografice* (fig. 41), cînd punctul de vedere se află la o distanță egală cu R, și *centrale* (fig. 42), cînd punctul de vedere se află în centrul globului ($D = 0$).

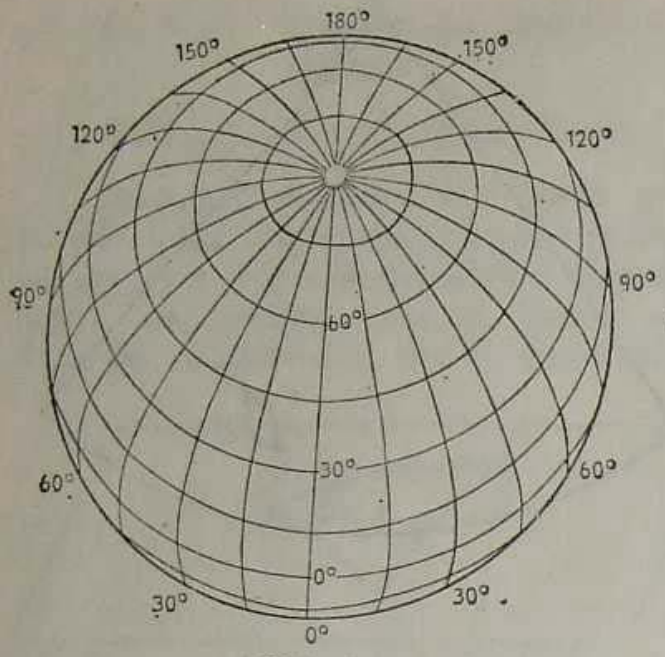


FIG. 40

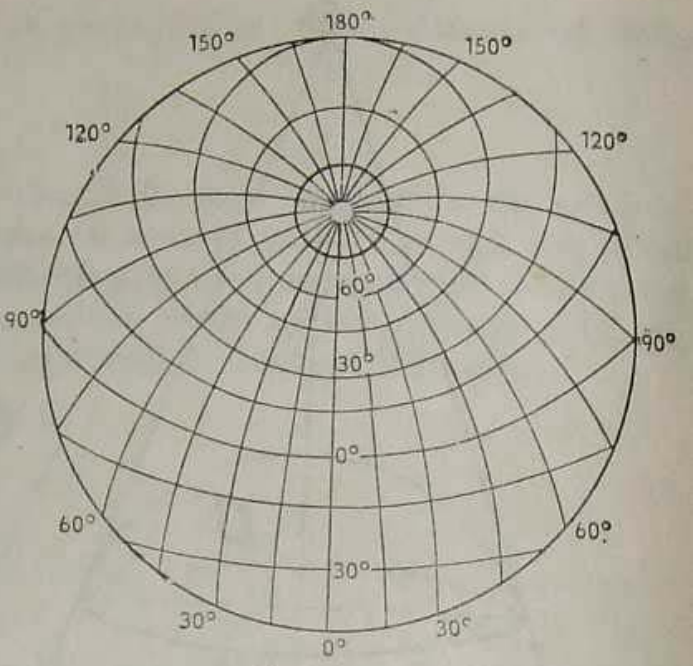


FIG. 41

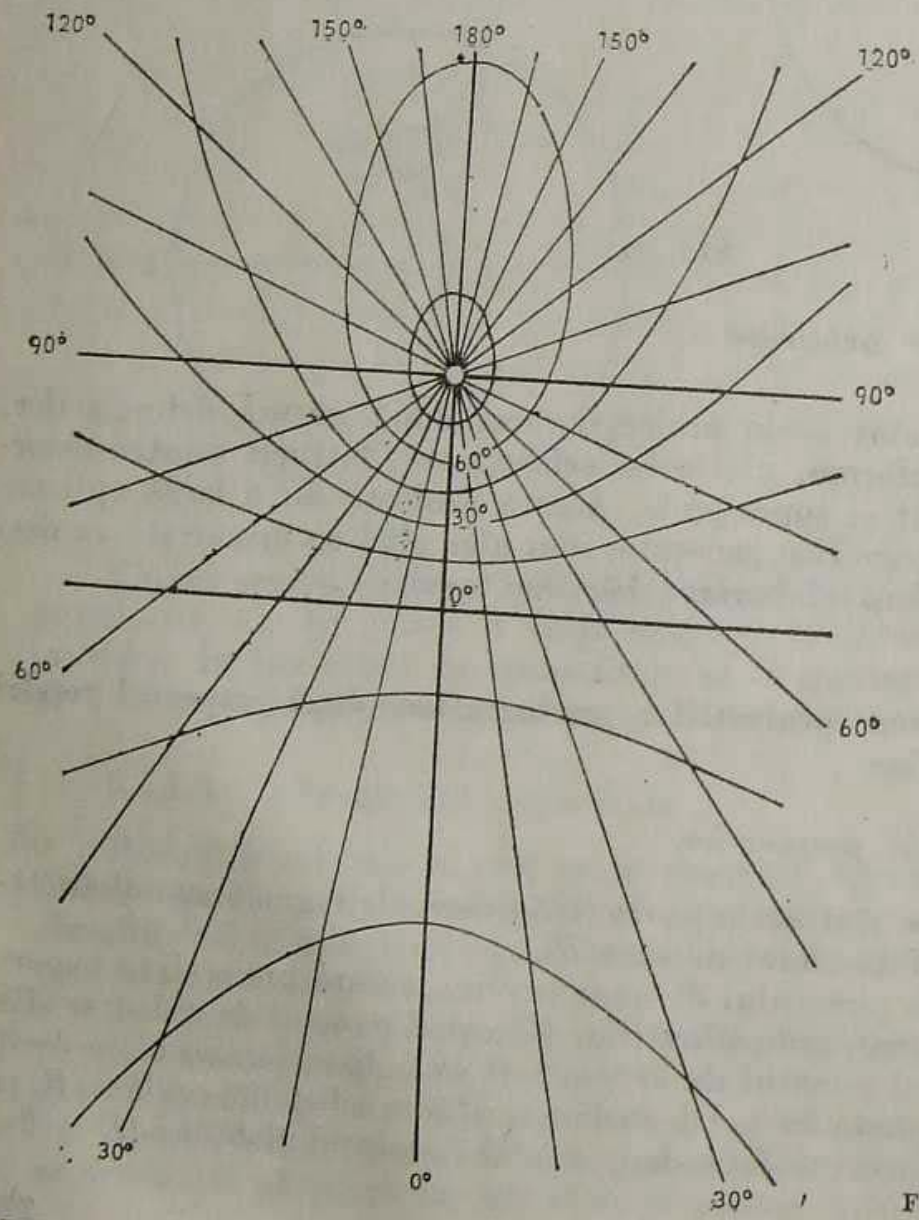


FIG. 42

5.4.2.2 *Proiecțiile conice*

Proiecțiile conice sînt proiecțiile în care meridianele se reprezintă prin linii drepte convergente într-un punct și care se intersectează sub unghiuri proporționale cu diferențele longitudinilor corespunzătoare, iar paralelele se reprezintă prin arce de cercuri concentrice, cu centrul în punctul de convergență al meridianelor (fig. 43).

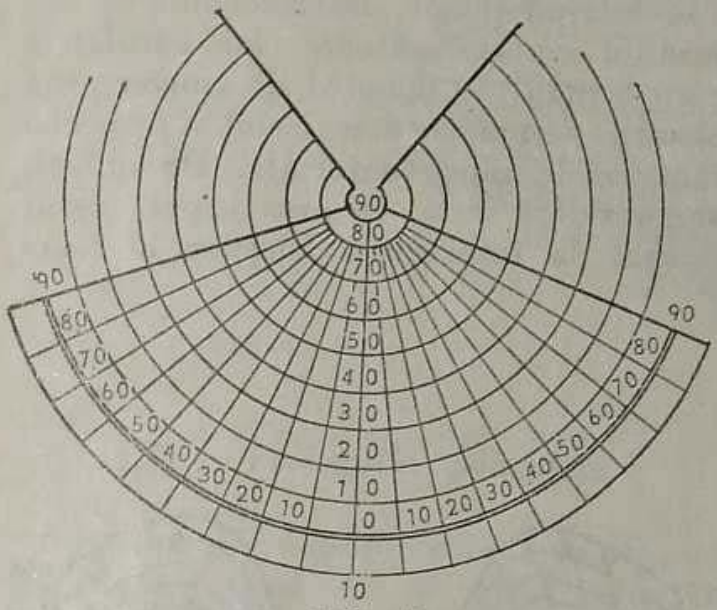


FIG. 43

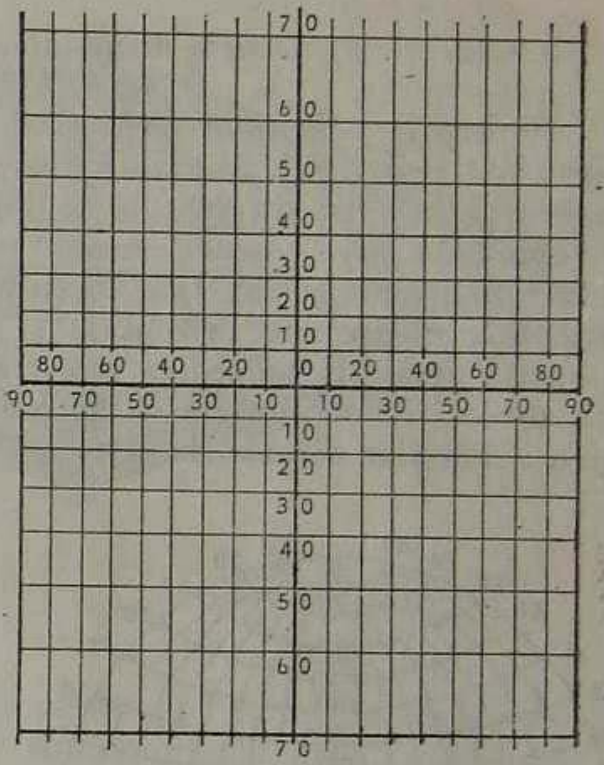


FIG. 44

În aceste proiecții suprafața terestră se consideră elipsoid sau sferă. În funcție de orientarea conului față de elipsoid sau sferă, proiecțiile conice se împart în: drepte, oblice și transversale.

Proiecțiile conice sînt drepte, cînd axa conului coincide cu axa polară a elipsoidului sau a sferei, oblice, cînd axele se intersectează sub un unghi ascuțit sau obtuz și transversale, cînd axele se intersectează sub un unghi drept. O largă utilizare la întocmirea hărților o au proiecțiile conice drepte.

5.4.2.3 *Proiecțiile cilindrice*

Proiecțiile cilindrice sînt proiecțiile în care meridianele se reprezintă prin linii drepte paralele între ele, distanțele dintre acestea fiind proporționale cu diferența longitudinilor corespunzătoare, iar paralelele se reprezintă prin drepte perpendiculare pe liniile prin care se reprezintă meridianele. În proiecțiile cilindrice drepte suprafața terestră se consideră elipsoid sau sferă.

În funcție de orientarea cilindrului față de elipsoid sau sferă, proiecțiile cilindrice se împart în: drepte (fig. 44), cînd axa cilindrului coincide cu axa

polară a elipsoidului sau sferei, oblice, cînd axele formează un unghi ascuțit sau obtuz, și transversale, cînd axele se intersectează sub un unghi drept.

Proiecțiile cilindrice se pot considera un caz particular al celor conice, și anume atunci cînd centrul comun al cercurilor prin care se reprezintă paralelele este la infinit. Proiecțiile cilindrice au o largă aplicabilitate la întocmirea hărților de navigație maritimă și aeriană.

5.4.2.4 *Proiecțiile azimutale*

Proiecțiile azimutale (zenitale) sînt proiecțiile în care meridianele se reprezintă prin linii drepte, convergente într-un punct, intersectîndu-se sub unghiuri egale cu diferențele longitudinilor corespunzătoare, iar paralelele se reprezintă prin cercuri concentrice, cu centrul în punctul de convergență al meridianelor (fig. 45). În afară de proiecțiile azimutale drepte sînt și proiecții azimutale oblice sau orizontale și transversale sau ecuatoriale. De obicei, la aceste proiecții, suprafața terestră se consideră sferă. În practica cartografică proiecțiile azimutale se întrebuințează la întocmirea hărților la scări mici, a hărților aeronautice etc.

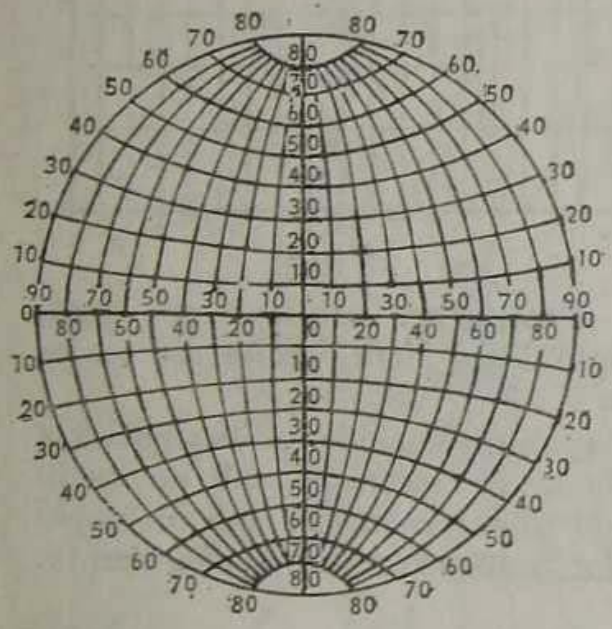


FIG. 45

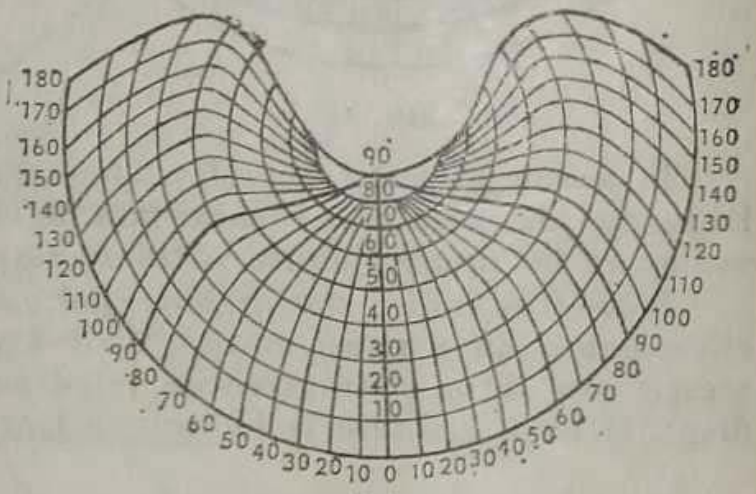


FIG. 46

5.4.2.5 *Proiecțiile pseudoconice*

Proiecțiile pseudoconice sînt proiecțiile în care paralelele rețelei normale se reprezintă prin arce de cercuri normale concentrice, iar meridianele, prin linii curbe simetrice față de meridianul mediu. Acesta este redat printr-o linie dreaptă, pe care se află centrul cercurilor prin care se reprezintă paralelele. O largă răspîndire au proiecțiile pseudoconice echivalente, din care face parte și cunoscuta proiecție Bonne (fig. 46).

În această proiecție se mențin lungimile pe toate paralelele și pe meridianul mijlociu.

5.4.2.6 *Proiecțiile pseudocilindrice*

Proiecțiile pseudocilindrice sînt proiecțiile în care paralelele se reprezintă prin drepte paralele, iar meridianele, prin linii curbe simetrice față de meridianul mediu, care se reprezintă printr-o linie dreaptă și pe care sînt perpendiculare toate paralelele (fig. 47).

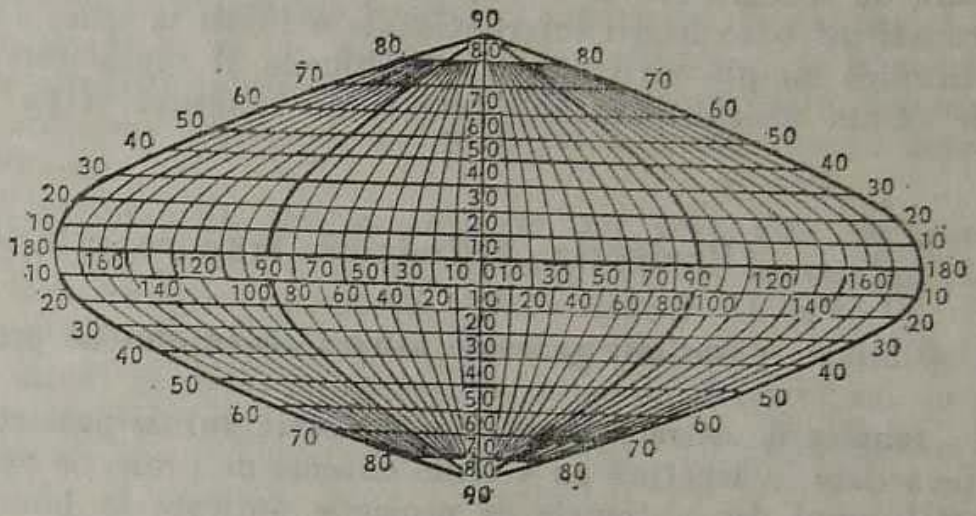


FIG. 47

5.4.2.7 *Proiecțiile policonice*

Spre deosebire de proiecțiile conice, unde suprafața Pămîntului se proiectează pe un singur con, în cazul *proiecțiilor policonice* suprafața Pămîntului se proiectează pe suprafețele mai multor conuri, care se consideră tangente la paralele diferite (fig. 48).

Pentru aplicarea acestei proiecții suprafața elipsoidului se împarte în zone sferoidale, limitate de mai multe paralele, fiecare paralelă proiectîndu-se pe cercul tangent corespunzător.

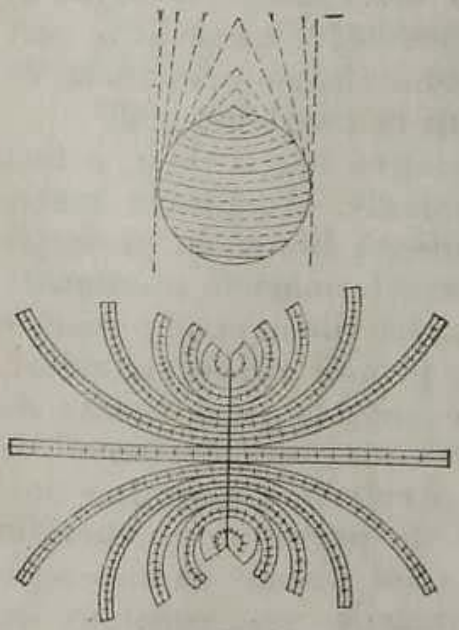


FIG. 48

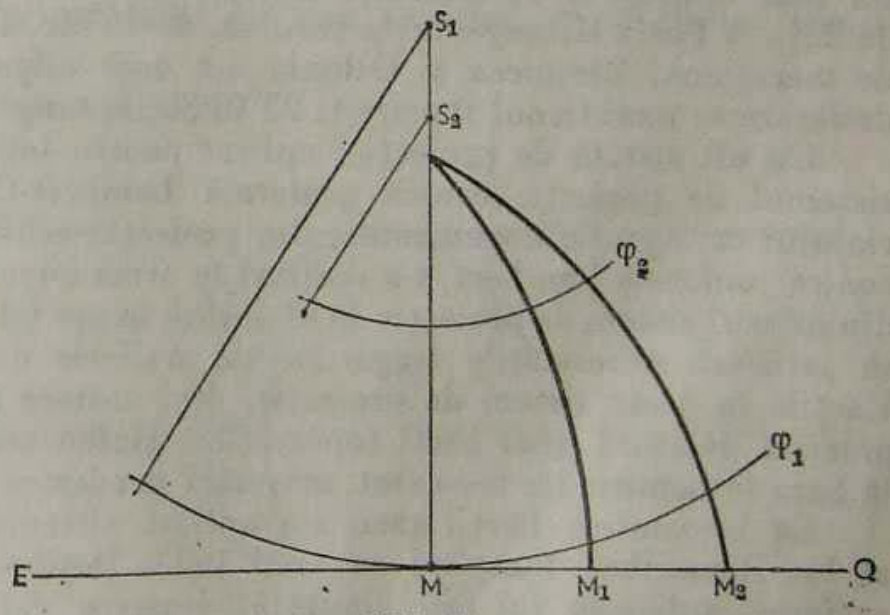


FIG. 49

În aceste proiecții paralelele se reprezintă prin arce de cerc, care nu mai sînt concentrice. Toate centrele din care se descriu arcele de cerc sînt situate pe o dreaptă, care nu este altceva decît prelungirea meridianului central — singurul de altfel redat prin linie dreaptă și care constituie și axa de simetrie a proiecției. Așa cum rezultă din figura 49, meridianele se reprezintă prin curbe oarecare, concurente într-un punct.

Ca rezultat al studierii teoriei generale a proiecțiilor policonice, în literatura de specialitate se subliniază proiecția policonică simplă, care de fapt a constituit baza hărții internaționale a lumii la scara 1:1 000 000. Proiecția policonică simplă nu păstrează unghiurile și suprafețele, în schimb distanțele rămîn nedeformate pe paralela de tangență și pe meridianul central-

5.5 Proiecția cilindrică transversală conformă Gauss

5.5.1 Noțiuni generale asupra sistemului de proiecție

Înainte de a trece la descrierea sistemului de proiecție Gauss vom arăta cîteva date în legătură cu vechile sisteme de proiecție aplicate la harta țării. Astfel, unul din sistemele de proiecție aplicate la întocmirea hărții țării a fost sistemul de proiecție pseudoconic echivalent Bonne, aplicat pentru prima dată în anul 1873 în Moldova. Fiind un sistem de proiecție echivalent, adică nedeformînd suprafețele, deformînd în schimb direcțiile, a devenit impropriu pentru întocmirea hărților topografice în general și a hărților topografice militare în special.

De fapt, aplicarea acestui sistem de proiecție în anul 1873 a fost făcută cu scopul de a se obține o hartă necesară instituțiilor cadastrale din acea vreme, pentru determinările de hotărnicie. Pentru unele regiuni din țara noastră deformările direcțiilor atingeau valori între 2°-4°.

Hărțile întocmite în acest sistem de proiecție nu erau nici unitare și nici omogene. Pentru Moldova și Muntenia de est, pînă la meridianul Zimnicea, s-a luat elipsoidul de referință Bessel, cu axele de desfășurare: meridianul de 25° est Paris și tangenta la paralela de 46°30′. Pentru Muntenia de la vest de meridianul Zimnicea și Oltenia s-a luat elipsoidul Clarke, cu axele de desfășurare: meridianul București 23°46′30″ și tangenta la paralela de 45°.

Un alt sistem de proiecție, aplicat pentru întocmirea hărții țării, a fost sistemul de proiecție conică conformă Lambert-Cholesky. Adaptarea materialului cartografic documentar, din proiecția echivalentă Bonne la proiecția conică conformă Lambert, s-a realizat în urma unor transformări de coordonate din primul sistem de proiecție în al doilea, în așa fel ca hărțile în noua proiecție să satisfacă necesitățile tragerilor de artilerie din primul război mondial. Hărțile în acest sistem de proiecție, deși unitare și omogene, sînt lipsite de precizia necesară unei hărți topografice, ținînd seama mai ales de faptul că la baza întocmirii lor n-au stat măsurări geodezice și ridicări topografice noi.

La întocmirea hărții țării s-a aplicat sistemul de proiecție stereografic al lui Roussilhe, începînd cu anul 1930. Deși este un sistem de proiecție conform, aplicarea lui este limitată, deoarece deformările cresc continuu de

la punctul de origine (plan tangent) sau de la linia de secanță (plan secant). Aplicarea acestui sistem de proiecție pentru un teritoriu mai mare sau pentru întreg globul, presupune un mare număr de sisteme de coordonate.

Începînd cu anul 1951, s-a introdus pentru prima dată la întocmirea hărții țării sistemul de proiecție Gauss. Bazele proiecției Gauss au fost puse în anii 1825-1830 de matematicianul al cărui nume îl poartă.

Unul din principalele avantaje ale proiecției este legat de faptul că se poate aplica fără limită, de la un pol la celălalt, pe fîșii (fuse) de 6° sau 3°, în funcție de precizia urmărită în reprezentare. Datorită acestui fapt sistemele de coordonate sînt uniforme între ele, iar numărul acestora pentru întreg Pămîntul este relativ mic.

Primele formule de lucru ale acestei proiecții au fost date de către L. Krüger în anul 1912, fapt care face ca în literatura de specialitate această proiecție să se mai denumească și proiecția Gauss-Krüger. De altfel, după această perioadă, formulele de calcul au fost mult prelucrate și simplificate de către diverși specialiști geodezi, iar formulele proiecției folosite azi nu se mai aseamănă cu cele stabilite de Krüger și din această cauză proiecției i se spune de obicei Gauss.

5.5.2 Baza matematică a hărților în proiecția Gauss

În proiecția cilindrică transversală Gauss proiectarea se execută pe suprafața unui cilindru tangent la suprafața elipsoidului terestru, nu la ecuator, ci după un meridian (fig. 50).

Așa cum rezultă și din figură, elipsoidul terestru atinge suprafața interioară a cilindrului după meridianul $P_1 P_2$, care este în același timp și un cerc mare al elipsoidului. Restul suprafeței elipsoidului nu mai are nici un punct de contact cu suprafața cilindrului și, ca atare, zona de contact nu este decît cea formată de meridianul $P_1 P_2$, care se reduce la o linie.

Pentru reprezentarea elipsoidului terestru în plan, în proiecția Gauss, se impun următoarele condiții:

— conformitatea reprezentării;

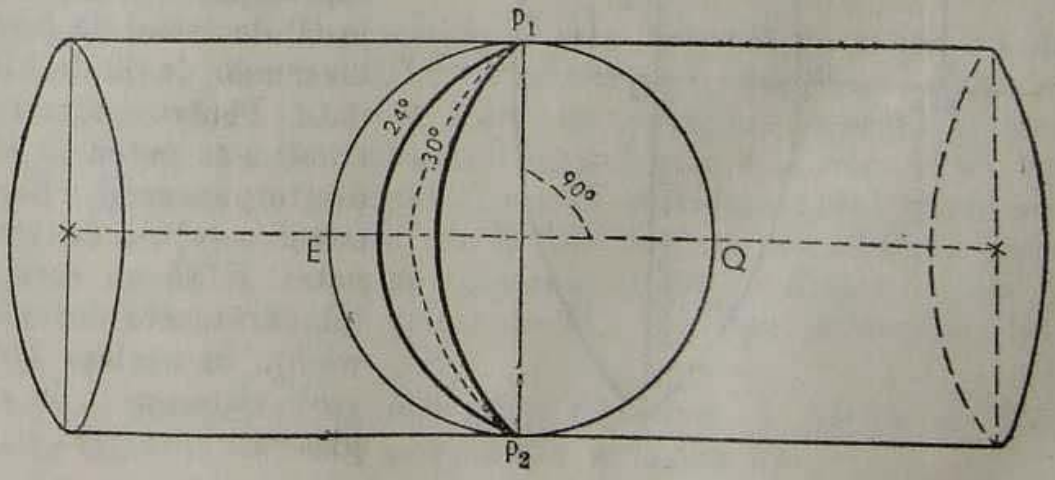


FIG. 50

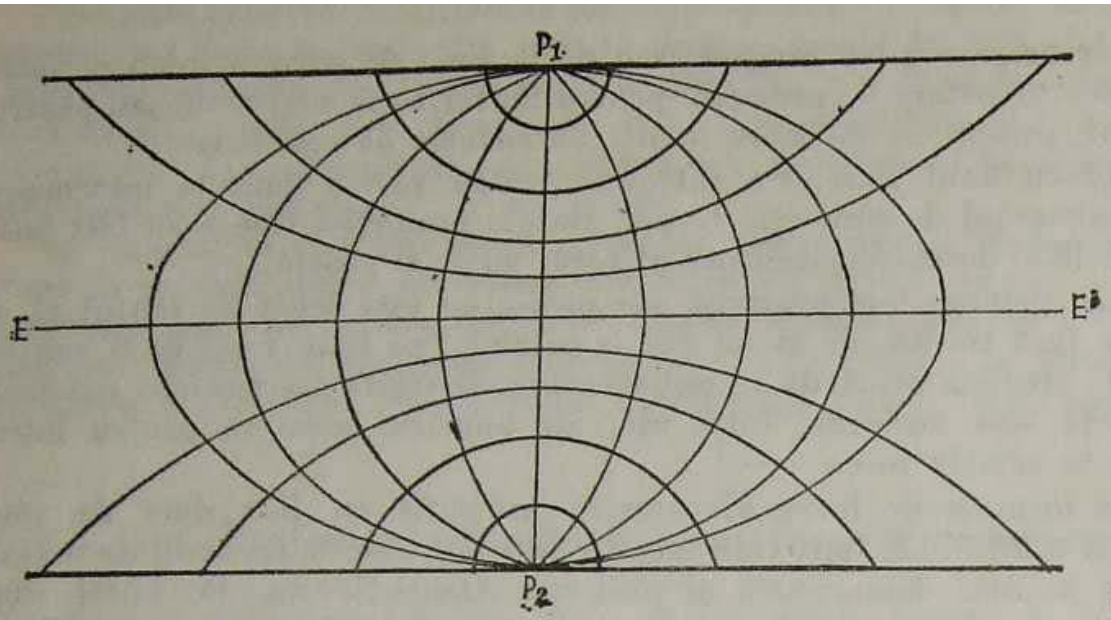


FIG. 51

— imaginea meridianului axial (mediu) să aibă forma unei drepte perpendiculare pe proiecția ecuatorului, față de care toate celelalte meridiane sînt curbe oarecare, dispuse în mod simetric (fig. 51);

— păstrarea lungimilor în lungul meridianului axial;

— paralelele să fie curbe oarecare, dispuse simetric față de proiecția ecuatorului (fig. 51).

Proiectarea suprafeței terestre se face pe fuse de 6° longitudine (fig. 52), pentru a nu se depăși limita admisă a deformării lungimilor prin proiectare (deformarea relativă liniară maximă $v = \frac{1}{2\,000}$).

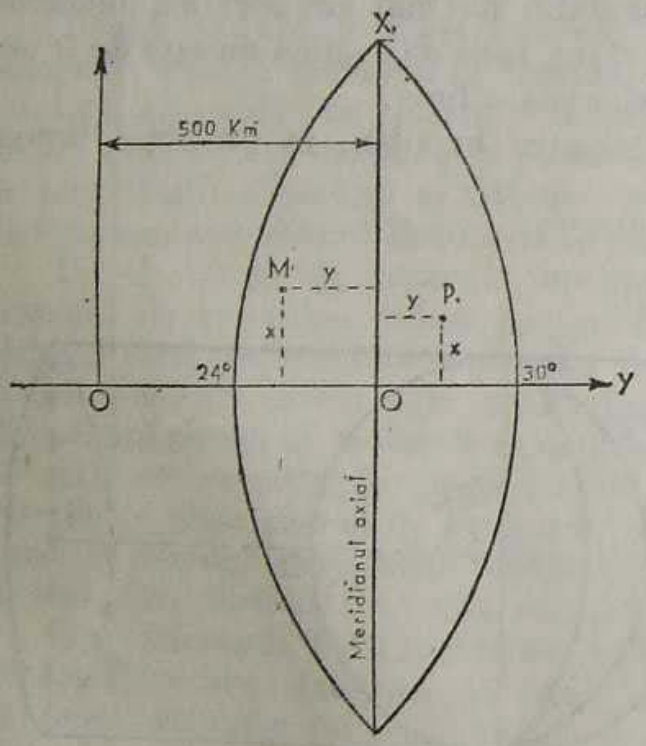


FIG. 52

În această proiecție axele de coordonate rectangulare sînt: OX, care coincide cu proiecția meridianului axial, și OY, care coincide cu proiecția ecuatorului, avînd ca origine intersecția meridianului axial cu ecuatorul.

Pentru fiecare fus de 6° se consideră un sistem de coordonate, deci întreaga suprafață a Pămîntului este împărțită în 60 de astfel de fuse și ca atare avem un număr de 60 de sisteme de coordonate. Pentru evitarea confuziilor (întrucît s-ar putea să existe pentru mai multe puncte, din fuse diferite, aceleași coordonate) s-a convenit ca în fața ordonatei Y să se scrie numărul fusului (numărătoarea începînd de la Greenwich). În același timp ordonata originii sistemului de coordonate se deplasează spre vest cu 500 km.

Așa, de exemplu, în figura 52 avem punctul P de coordonate:

$$X = 6\,353\,428{,}0 \text{ m};$$

$$Y = 4\,630\,651{,}0 \text{ m},$$

unde X reprezintă depărtarea punctului P față de ecuator, iar Y se interpretează astfel:

— 4 indică numărul de ordine al fusului, începînd de la Greenwich;

— 630 651,0 m arată că punctul se găsește la est de meridianul axial, la depărtarea de 130 651,0 m (630 651,0-500 000).

Punctul M din aceeași figură, a cărui ordonată este $Y = 4\,395\,256{,}0$ m, se găsește în fusul 34 (4 este indicația dată de prima cifră că punctul este în al 4-lea fus începînd de la Greenwich), iar 395 256,0 m arată că punctul se găsește la vest de meridianul axial, la depărtarea de 104 744,0 m (500 000-395 256).

Se observă că în proiecția Gauss coordonatele rectangulare (X și Y), ca și coordonatele geografice (φ și λ) dau indicații și asupra poziției punctului pe globul terestru.

Un exemplu de transcalculare a coordonatelor geografice în coordonate rectangulare și invers este dat la 13. 8.

5.5.3 Nomenclatura hărților în proiecția Gauss

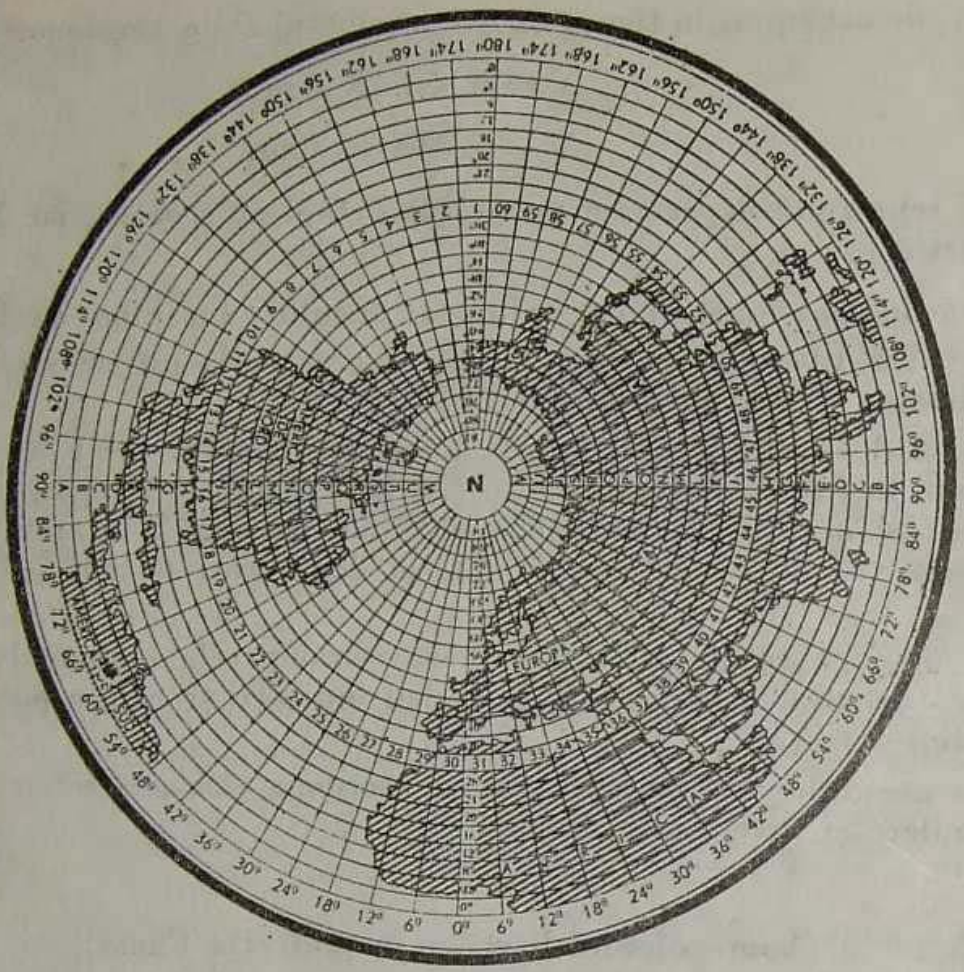
Împărțirea suprafeței elipsoidului în fuse corespunde cu scheletul pentru foile hărții internaționale, întocmite în proiecția policonică modificată, în care suprafața Pămîntului este acoperită cu o serie de figuri geometrice de formă trapezoidală, ale căror dimensiuni sînt de 6° pe longitudine și 4° pe latitudine. Dacă fusele de 6° longitudine în proiecția Gauss sînt numerotate de la 1 la 60, începînd de la meridianul de 180° (opusul meridianului Greenwich), zonele de 4° pe latitudine sînt numerotate cu literele mari ale alfabetului latin, de la A la V, începînd de la ecuator.

În figura 53 este dat scheletul pentru foile de hartă la scara 1:1 000 000 în proiecția Gauss, pentru emisfera nordică. Fiecare trapez corespunde unei foi de hartă la scara 1:1 000 000.

Teritoriul Republicii Socialiste România este acoperit în mare măsură cu foile hărții la scara 1:1 000 000 L-34, L-35 și cu părți mai mici ale foilor M-34, M-35, K-34 și K-35. Dacă luăm, de exemplu, trapezul la scara 1:1 000 000 L-34, spunem că este vorba de trapezul care este marcat pe latitudine de litera L, începînd de la ecuator, are ca meridian axial meridianul de 21°, este al 34-lea trapez numerotat de la 180° față de meridianul Greenwich, în sens invers mersului acelor de ceasornic și are ca dimensiuni 6° pe longitudine (între meridianul de 18° și cel de 24°) și 4° pe latitudine (între paralela de 44° și cea de 48°).

Pentru teritoriul Europei și al unei părți din Asia și Africa de Nord dispunerea foilor la scara 1:1 000 000 se prezintă în figura 54.

FIG. 53



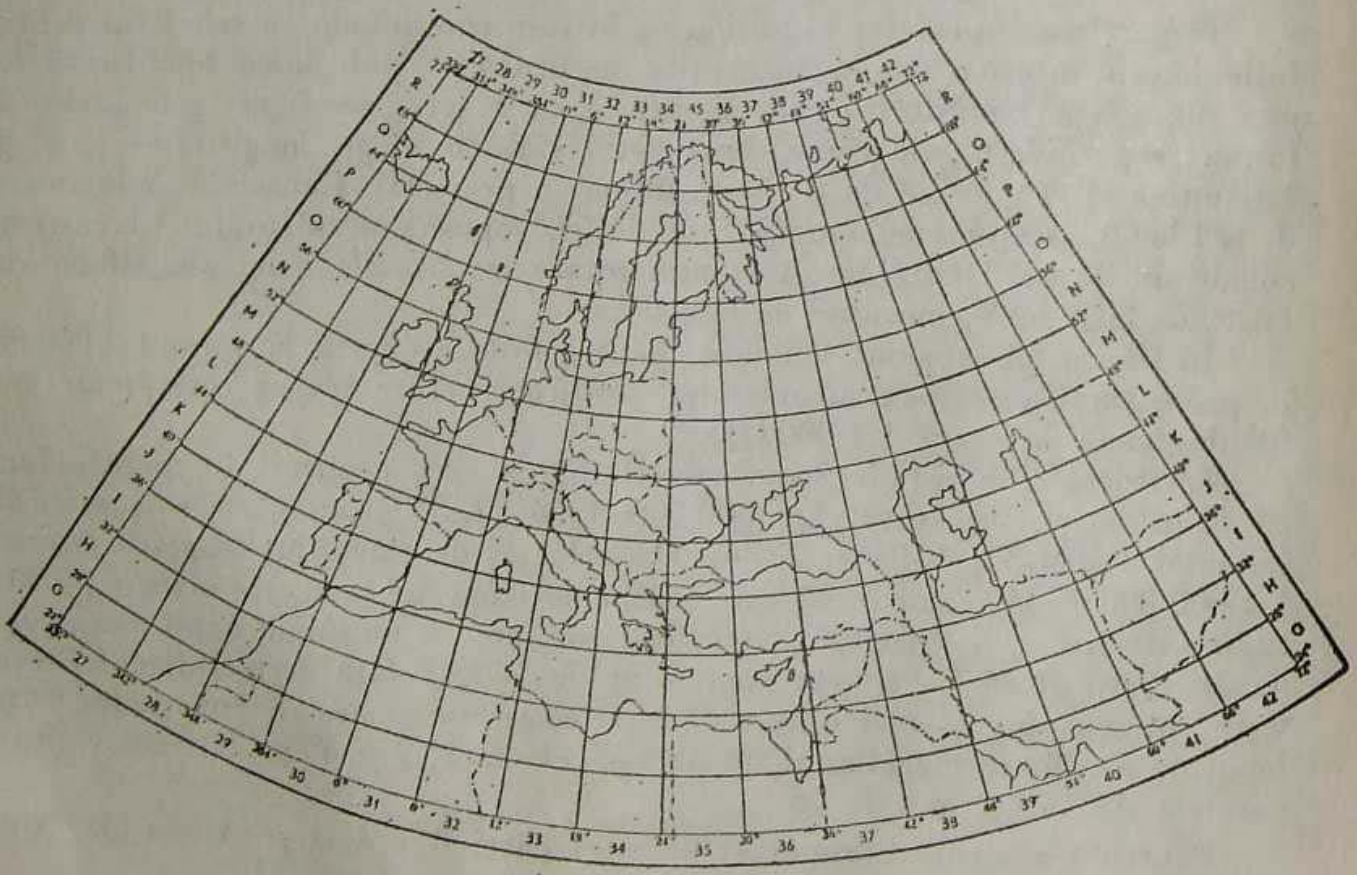


FIG. 54

Într-o foaie de hartă la scara 1:1 000 000 intră un număr de foi la toate scările standard mai mari, și anume la 1:500 000, 1:200 000, 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000, 1:10 000, 1:5 000 și 1:2 000, așa cum rezultă din tabelul de mai jos.

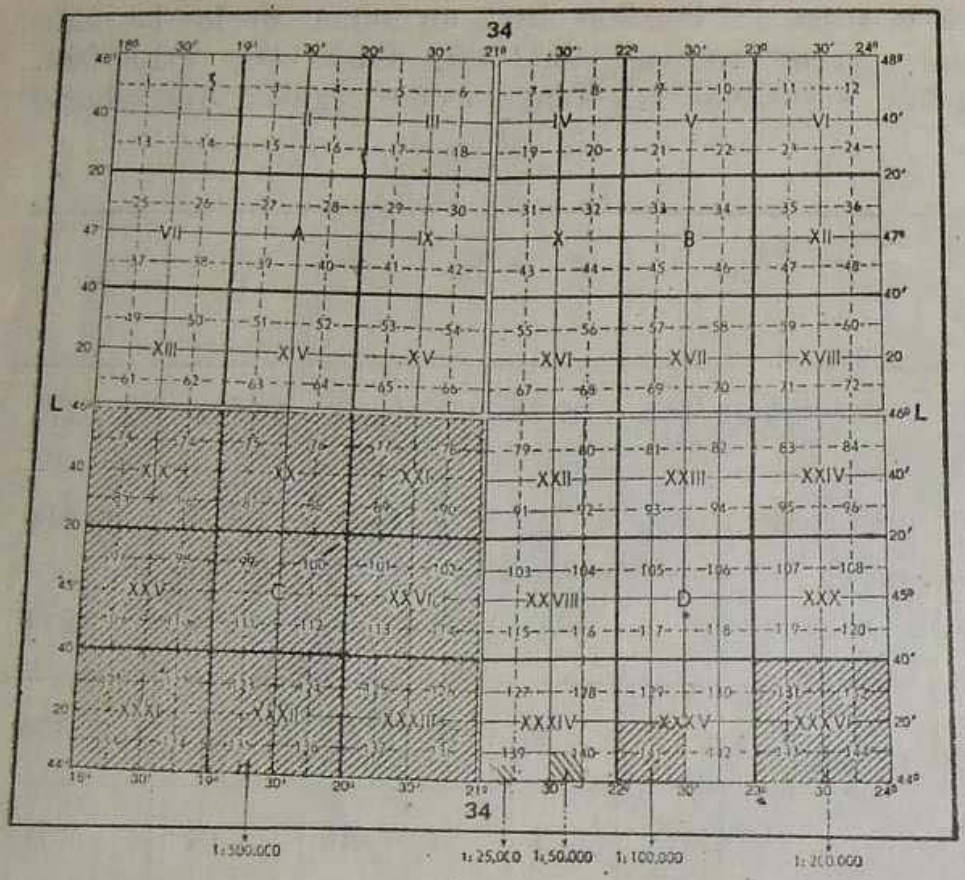
Scara / Nomenclatura	1:1 000 000	1:500 000	1:200 000	1:100 000	1:50 000	1:25 000	1:10 000	1:5 000	1:2 000
L-34	1	4	36	144	576	2 304	9 216	36 864	331 776
L-34-D		1	9	36	144	576	2 304	9 216	82 944
L-34-XXXVI		9	1	4	16	64	256	1 024	9 216
L-34-144				1	4	16	64	576	2 304
L-34-144-D					1	4	16	64	576
L-34-144-D-d						1	4	16	144
L-34-144-D-d-4							1	4	36
L-34-144 (256)								1	9
L-34-144 (256-4)									1

Harta la scara 1:1 000 000 a fost luată ca bază pentru hărțile topografice la scări mai mari. Dispunerea hărților la scări mai mari într-o hartă la scara 1:1 000 000 este cea arătată în figura 55. De aici rezultă atît dispunerea, cît și numerotarea foilor de hartă la scările 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000 și 1:500 000, în cadrul foii de hartă la scara 1:1 000 000.

Harta la scara 1:1 000 000 (fig. 56) este împărțită în patru foi de hartă la scara 1:500 000, notate fiecare cu literele mari ale alfabetului latin A, B, C, D (fig. 57). Prin urmare, foaia de hartă la scara 1:500 000 conține reprezentarea în plan a unei porțiuni din suprafața globului pămîntesc, cuprinzînd 3° pe longitudine și 2° pe latitudine.

Nomenclatura hărții la scara 1:500 000 se compune din nomenclatura foii de hartă la scara 1:1 000 000 și una din cele patru litere, în funcție de poziția pe care o ocupă în interiorul acesteia. În exemplul de mai sus (fig. 57) nomenclatura hărții la scara 1:500 000 este L-34-C.

FIG. 55



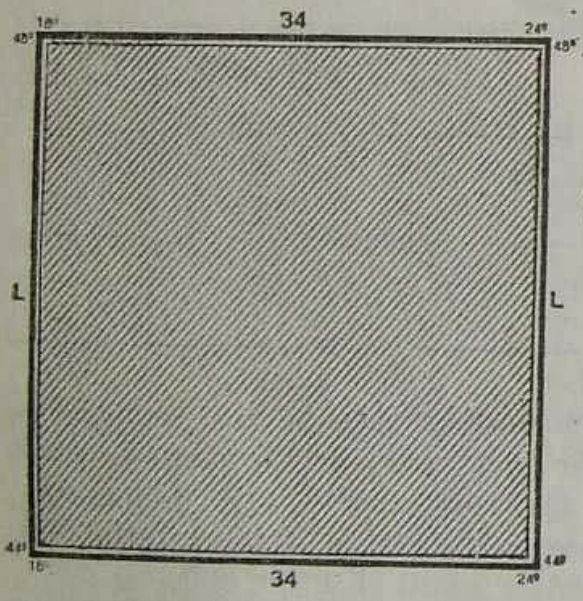


FIG. 56
Sc. 1 : 1 000 000 (L-34)

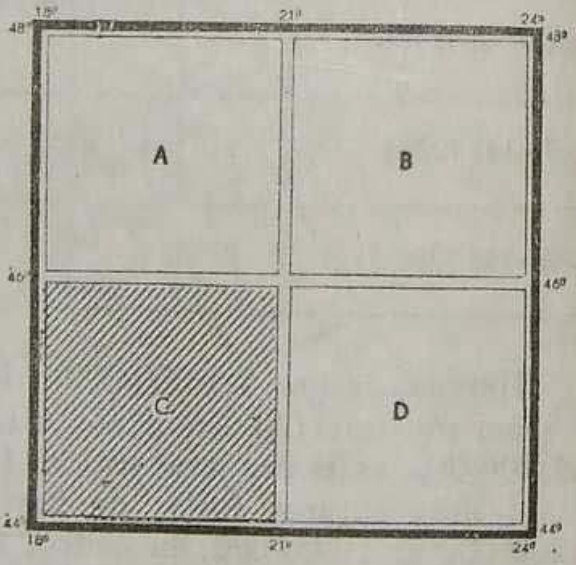


FIG. 57
Sc. 1 : 500 000 (L-34-C)

Pentru scara 1:200 000 harta la scara 1:1 000 000 s-a împărțit în 36 de foi, numerotate cu cifre romane de la I la XXXVI (fig. 58).

Rezultă că pentru obținerea unei foi de hartă la scara 1:200 000 s-a împărțit foaia de hartă la scara 1:1 000 000 din 1° în 1° pe longitudine și din 40′ în 40′ pe latitudine. Ca urmare, nomenclatura foii de hartă la scara

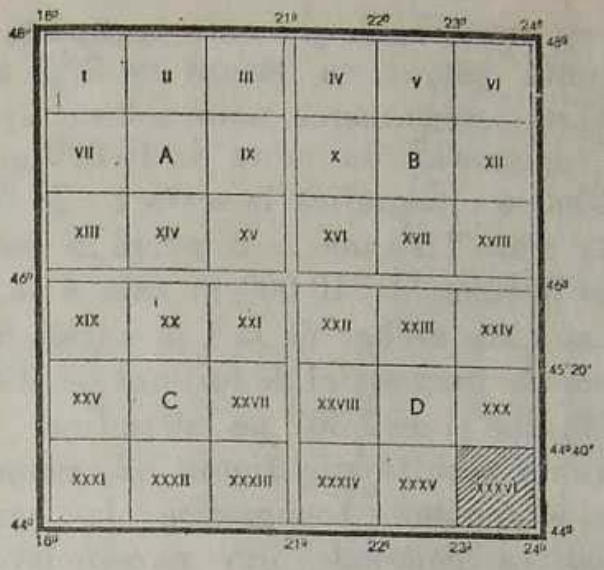


FIG. 58
Sc. 1 : 200 000 (L-34-XXXVI)

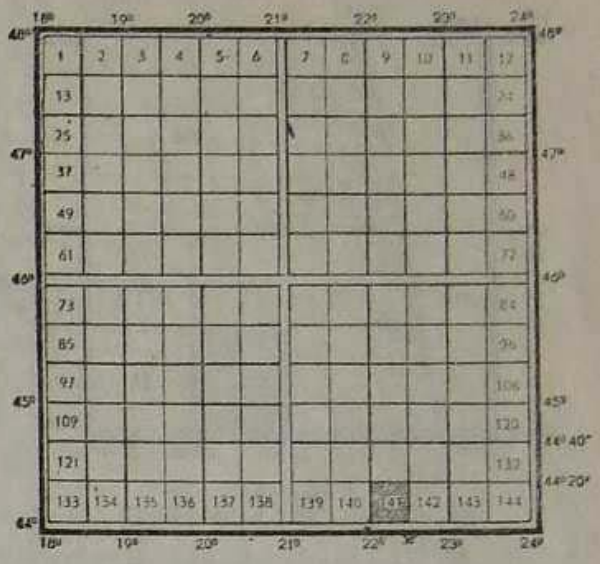


FIG. 59
Sc. 1 : 100 000 (L-34-141)

1:200 000 se compune din nomenclatura foii de hartă la scara 1:1 000 000 și numărul foii de hartă rezultat din împărțire. În exemplul nostru (fig. 58) nomenclatura hărții la scara 1:200 000 este L-34-XXXVI.

Pentru determinarea nomenclaturii foii de hartă la scara 1:100 000 se ia ca bază tot harta la scara 1:1 000 000 care se împarte din 30′ în 30′ pe longitudine și din 20′ în 20′ pe latitudine, rezultînd un număr de 144 de foi (fig. 59).

Deci nomenclatura unei foi de hartă la scara 1 : 100 000 se compune din nomenclatura foii de hartă la scara 1 : 1 000 000 și din numărul foii de hartă la scara 1 : 100 000, rezultat din împărțire. Din figura 59 foaia de hartă hașurată la scara 1 : 100 000 are nomenclatura L-34-141.

Pentru determinarea nomenclaturii foii de hartă la scara 1 : 50 000 se ia ca bază foaia de hartă la scara 1 : 100 000. Aceasta se împarte în 4 foi la scara 1 : 50 000, care se notează cu primele litere mari ale alfabetului latin (fig. 60).

Din împărțire rezultă că nomenclatura unei foi de hartă la scara 1 : 50 000 se compune din nomenclatura foii de bază (1 : 100 000) și din litera foii la scara 1 : 50 000. În figura 60 nomenclatura foii la scara 1 : 50 000 este L-34-140-C. Dimensiunile foii de hartă la scara 1 : 50 000 sînt de 15′ pe longitudine și de 10′ pe latitudine.

În mod similar, prin împărțirea foii de hartă la scara 1 : 50 000 în patru părți și prin numerotarea acestora cu primele patru litere mici ale alfabetului latin (fig. 61), se obține nomenclatura foii de hartă la scara 1 : 25 000.

Deci nomenclatura foilor de hartă la scara 1 : 25 000 se compune din nomenclatura foilor de hartă la scara 1 : 50 000 și din litera foii de hartă la scara 1 : 25 000, rezultată din împărțire. În exemplul de mai sus nomenclatura hărții la scara 1 : 25 000 hașurată este L-34-139-C-d. Dimensiunile unei foi de hartă la scara 1 : 25 000 sînt de 7′30″ pe longitudine și de 5′ pe latitudine.

Prin această împărțire dimensiunile liniare ale foilor de hartă la scările 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000 și 1 : 200 000, pentru teritoriul țării noas-

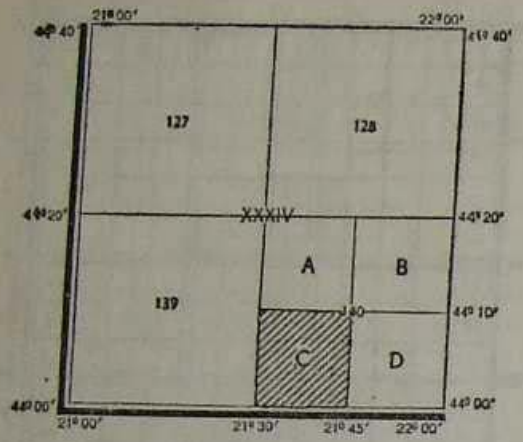


FIG. 60
Sc. 1 : 50 000 (L-34-140-C)

tre, sînt practic egale și foarte apropiate de forma unui pătrat cu latura de 39,5 cm.

Pentru determinarea nomenclaturii planurilor topografice la scara 1: 10 000 se ia ca bază harta topografică la scara 1 : 25 000. Harta la scara 1 :25 000 se împarte în patru foi egale la scara 1 : 10 000 și cele 4 foi se notează cu cifre arabe, de la 1 la 4 (fig. 62). Dimensiunile unei astfel de foi sînt de 3'45" pe longitudine și de 2'30'' pe latitudine.

Așa cum rezultă din figura 62, nomenclatura planurilor topografice la scara 1 : 10 000 se compune din nomenclatura hărții la scara 1 : 25 000, la care se adaugă numărul foii la scara 1 : 10 000 De exemplu, planul topografic la scara 1 : 10 000 din figura de mai sus are nomenclatura L-34-139-C-c-3.

Nomenclatura planurilor topografice la scările 1 : 5 000 și 1 : 2 000 este legată de harta la scara 1 : 100 000.

Pentru obținerea nomenclaturii la scara 1 : 5 000 se împarte foaia de hartă la scara 1 : 100 000 în 256 de foi la scara 1 : 5 000 (fig. 63). Prin urmare, un plan topografic la scara 1 : 5 000 va avea dimensiunile de 1'15'' pe latitudine și 1'52'',5 pe longitudine, iar nomenclatura va fi compusă din nomenclatura hărții la scara 1 : 100 000, la care se adaugă, în paranteză, numărul foii rezultat din împărțire. În exemplul nostru, foaia haşurată la scara 1 : 5 000 are nomenclatura L-34-52 (120).

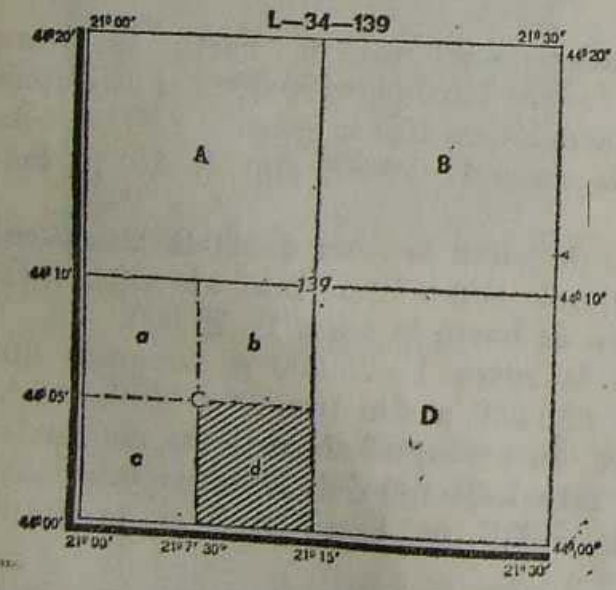


FIG. 61
Sc. 1 : 25 000 (L-34-139-C-d)

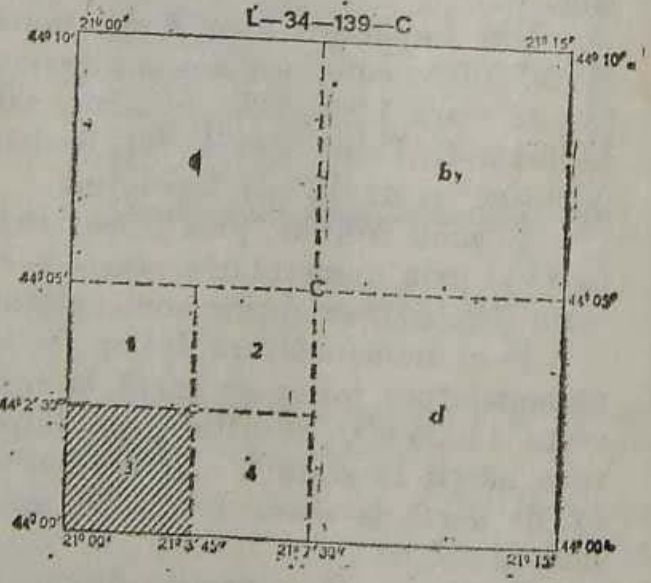
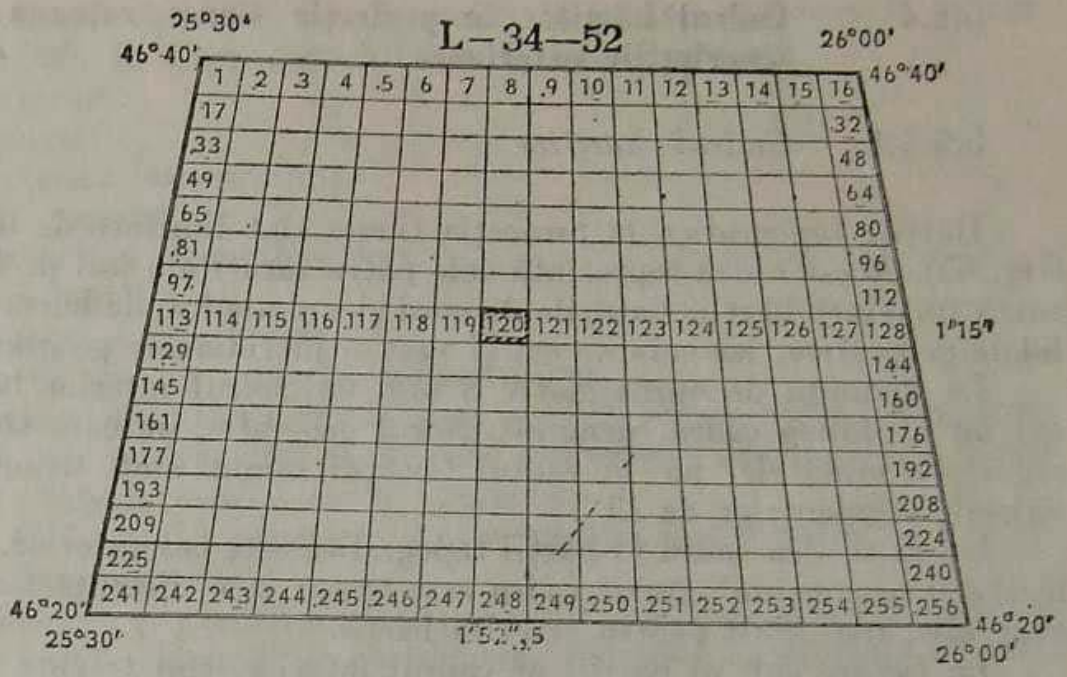


FIG. 62
Sc. 1 : 10 000 (L-34-139-C-c-3)

FIG. 63



Nomenclatura planurilor topografice la scara 1 : 2 000 se obține prin împărțirea planului topografic la scara 1 : 5 000 în 9 părți (fig. 64), notate cu literele mici ale alfabetului latin, de la „a" la „i". Prin urmare, planul la scara 1 : 2 000 va avea dimensiunile de 25″ pe latitudine și de 37″,5 pe longitudine.

Nomenclatura planurilor la scara 1 : 2 000 se compune din nomenclatura planurilor la 1 : 5 000, la care se adaugă în paranteză una din literele rezultate din împărțire. În exemplul de față foaia hașurată are nomenclatura L-34-52-(120-i).

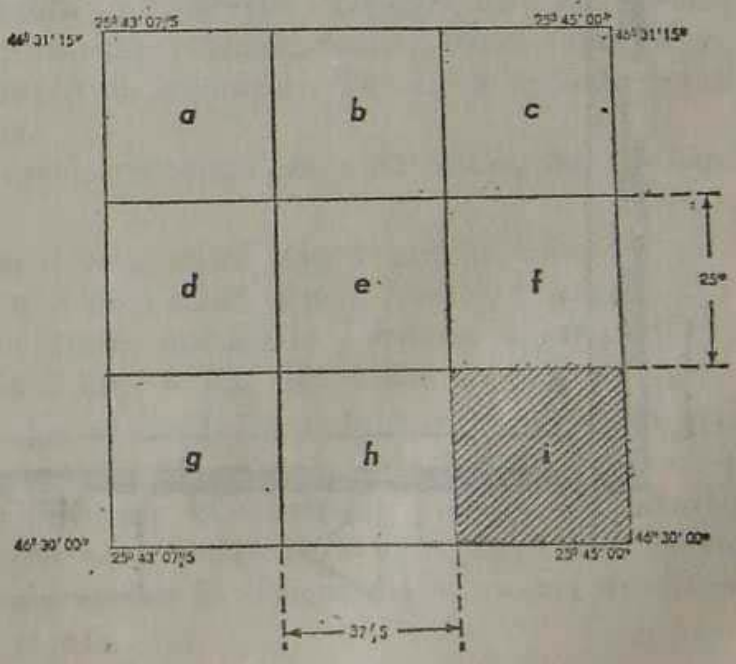


FIG. 64

5.5.4 Cadrul hărților în proiecția Gauss, rețeaua rectangulară și inscripțiile exterioare

5.5.4.1 *Cadrul hărților*

Hărțile topografice în proiecția Gauss sînt limitate de un cadru interior (fig. 65). Acest cadru reprezintă cele patru laturi ale foii de hartă, care limitează imaginea hărții. Laturile de nord și sud ale foii de hartă reprezintă paralelele geografice, iar cele de est și vest — meridianele geografice.

La distanță de aproximativ 8 mm de cadrul interior harta topografică are un al doilea cadru, denumit cadrul geografic, pe care sînt marcate prin segmente minutele, iar în cadrul fiecărui minut sînt trecute prin puncte valorile segmentelor de 12″.

Un al treilea cadru al hărții topografice este cel exterior, care se mai numește și ornamental. Acest cadru este trasat la o distanță foarte mică de cel geografic, mai mult pentru estetica hărții.

La fiecare colț al hărții, pe cadrul interior, sînt trecute valorile coordonatelor geografice, care materializează poziția geografică pe glob a fiecărei foi de hartă. Folosind împărțirea de pe cadrul geografic și valorile coordonatelor geografice ale colțurilor hărții, se pot determina coordonatele geografice ale oricărui punct din conținutul foii de hartă.

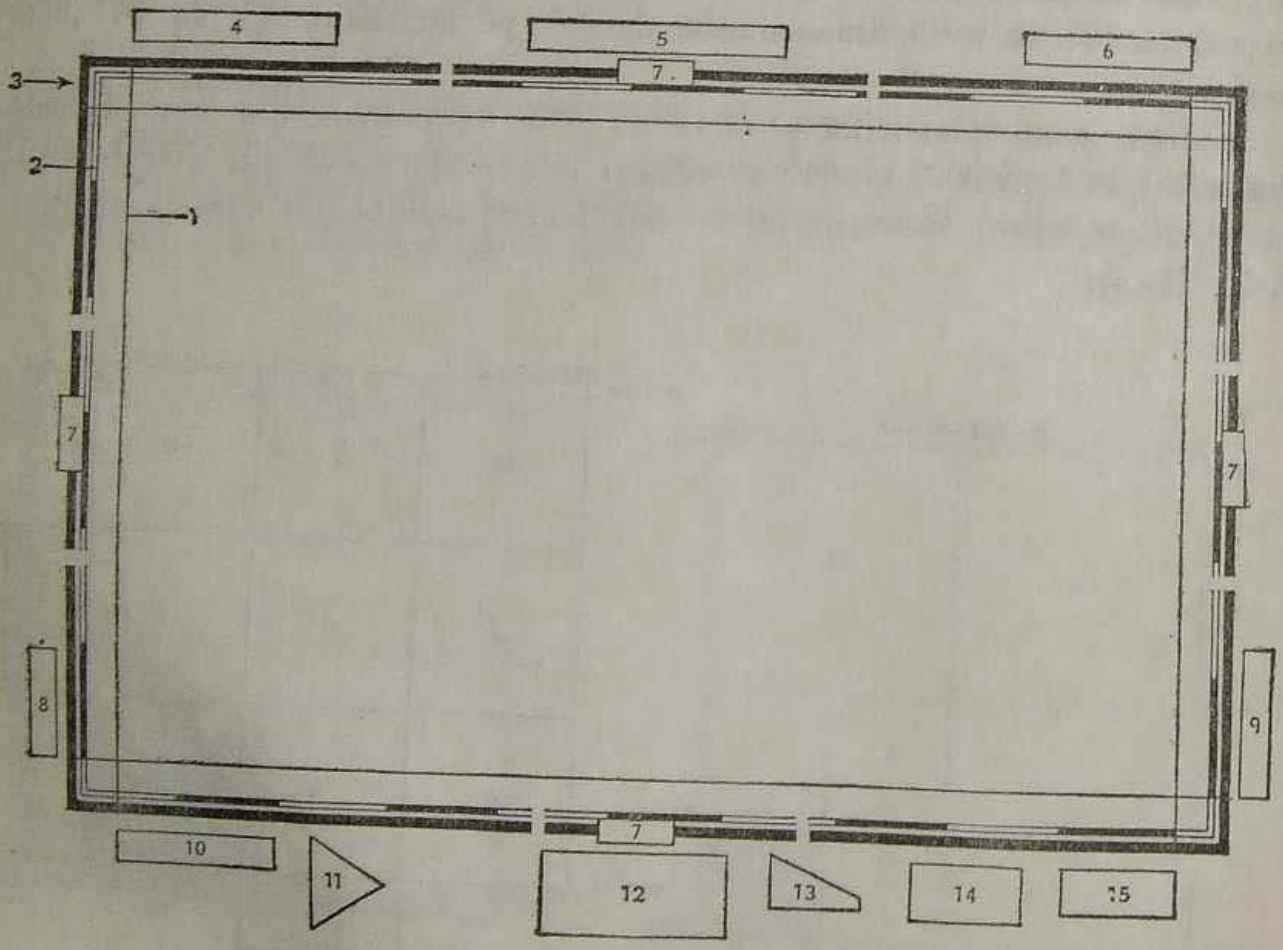


FIG. 65

Conținutul elementelor unei foi de hartă în proiecția Gauss la scările 1 : 25 000-1 : 200 000, în afara cadrului hărții, este următorul:

1. Cadrul interior.
2. Cadrul geografic.
3. Cadrul exterior (ornamental).
4. Teritoriul cuprins.
5. Nomenclatura și denumirea foii.
6. Caracterul hărții.
7. Nomenclatura foilor vecine.
8. Textul prin care se interzice multiplicarea.
9. Elementele conținutului hărții, care au fost reprezentate schematic.
10. Indicații privind valorile declinației magnetice, convergenței medii a meridianelor și abaterii medii a acului magnetic.
11. Schema declinației magnetice, a convergenței meridianelor și a abaterii medii a acului magnetic.
12. Scara numerică și grafică a hărții; indicații privind valoarea în teren a unui cm de pe hartă; sistemul de coordonate; sistemul de referință al înălțimilor; editor.
13. Scara pantelor.
14. Schema frontierelor de stat și a limitelor administrative de ordinul I.
15. Indicații redacționale.

5.5.4.2 *Rețeaua rectangulară*

Pentru măsurări metrice pe hartă se folosește o rețea rectangulară (kilometrică). Cu o astfel de rețea se pot determina, cu precizia dată de scara hărții, coordonatele rectangulare ale oricărui punct din hartă.

Rețeaua rectangulară este un sistem de linii drepte paralele cu axele de coordonate adoptate, adică cu proiecția ecuatorului și cu proiecția meridianului axial al fiecărui fus (fig. 66).

Rețeaua rectangulară este trasată pe hărțile topografice la scările 1 : 25 000-1 : 200 000. Liniile care formează rețeaua rectangulară sînt separate una de alta printr-un număr întreg de kilometri. De aceea această rețea se mai numește și caroiaj kilometric.

Laturile patrulaterelor acestor rețele rectangulare sînt egale, iar pe hărțile topografice se trasează astfel:

— la scara 1 : 25 000 din 4 în 4 cm, adică din 1 km în 1 km;
— la scara 1 : 50 000 din 2 în 2 cm, adică din 1 km în 1 km;
— la scara 1 : 100 000 din 2 în 2 cm, adică din 2 km în 2 km;
— la scara 1 : 200 000 din 2 în 2 cm, adică din 4 km în 4 km.

Valorile caroiajului kilometric sînt scrise între cadrul interior și cel geografic, prin grupe de 4 cifre, în apropierea colțurilor foii de hartă. Între acestea se înscriu numai ultimele două cifre ale kilometrilor întregi. Pe laturile de nord și sud, prima cifră din grupul celor patru care marchează kilometrul arată numărul fusului, deci în calcule se iau în considerație numai următoarele trei cifre.

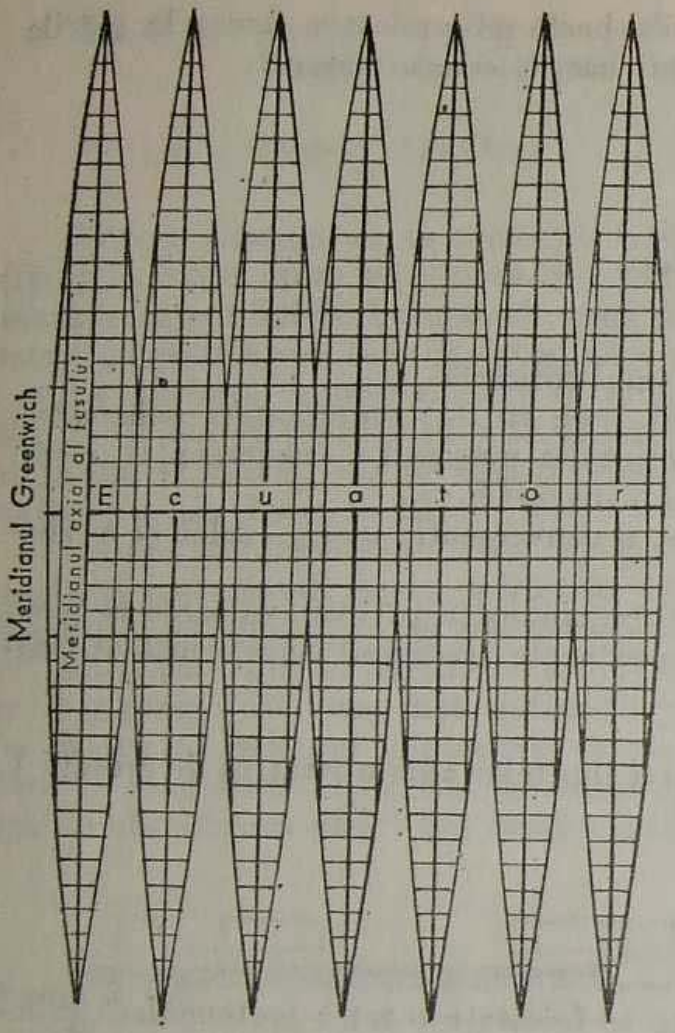


FIG. 66

În afara rețelei kilometrice proprii, pentru foile dispuse la margine de fus (o zonă de 2°), se trece și o rețea kilometrică suplimentară. Întrucît liniile verticale ale rețelei kilometrice sînt paralele cu meridianul axial al fusului respectiv, iar meridianele axiale ale fuselor vecine nu sînt paralele între ele, reiese că, racordînd hărți din două fuse, liniile rețelei kilometrice ale unui fus vor face un anumit unghi cu liniile rețelei kilometrice ale fusului vecin (fig. 67). Din aceste motive, atunci cînd se lucrează într-o zonă la margine de fus (la racordarea dintre fuse), se pot naște unele greutăți în folosirea rețelei kilometrice, întrucît rețelele vor fi diferite, pentru că și meridianele axiale sînt diferite.

Pentru evitarea acestor neajunsuri toate foile de hartă, la toate scările, aflate în zona de 2° de la marginea fusului, au și valorile rețelei kilometrice ale fusului vecin. Rețeaua fusului vecin nu se trasează pe hărți, deoarece două caroiaje ar aglomera prea mult harta; pe cadrul ornamental se trec numai ieșirile rețelei kilometrice ale fusului vecin, însoțite de valorile acestora. Valorile acestor linii sînt o continuare a numerotării caroiajului rectangular de pe harta vecină.

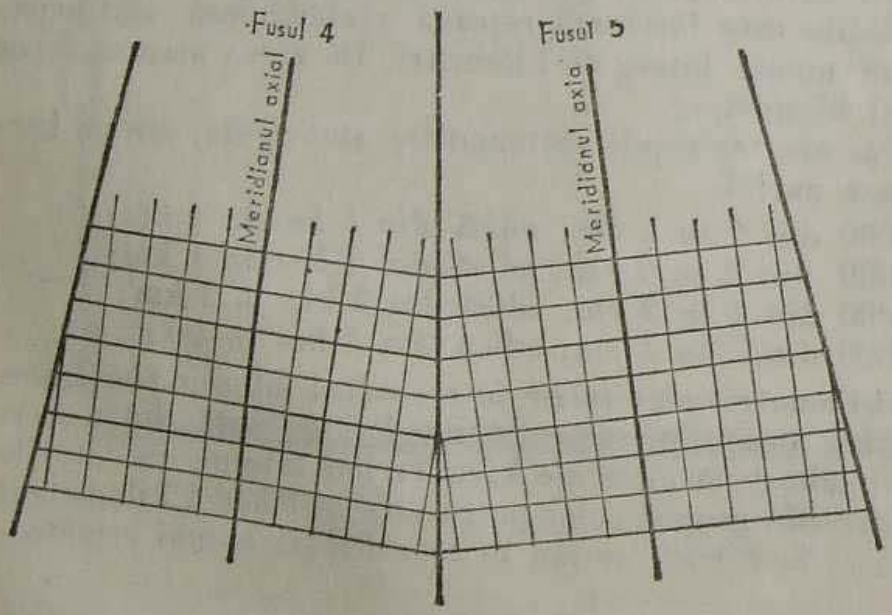


FIG. 67

5.5.4.3 *Inscripțiile exterioare*

Tabloul unei hărți topografice este completat de ansamblul inscripțiilor exterioare cadrului. Multitudinea acestor date este arătată în figura 65 și acestea diferă foarte puțin de la o scară la alta.

Inscripțiile exterioare abundă pe latura de sud, unde de fapt sînt redate majoritatea elementelor privind baza matematică a hărții.

5.5.5 **Deformările în proiecția Gauss**

Fiind o proiecție conformă, nu are deformări unghiulare.

În funcție de coordonatele geografice sau rectangulare se pot determina deformările liniare în proiecția Gauss, prin formule de calcul corespunzătoare.

Deformările liniare cresc o dată cu depărtarea punctului considerat, față de meridianul axial. Ele au valori maxime în regiunea meridianelor marginale ale fuselor. În același timp deformările descresc, pe măsură ce ne depărtăm de ecuator.

Pentru teritoriul Republicii Socialiste România deformările maxime se manifestă de-a lungul meridianului de 24° și în Delta Dunării, așa cum se vede din schema de mai jos (fig. 68).

În aceste zone deformările variază de la 7,10 m/10 km pentru $\varphi = 44°$, pînă la 6,15 m/10 km pentru $\varphi = 48°$. Teritoriul țării noastre mai este străbătut de 2 zone cu deformări nule și minime, cele de-a lungul meridianelor axiale ale fuselor 34 și 35, adică în zona meridianelor de 21° și 27°.

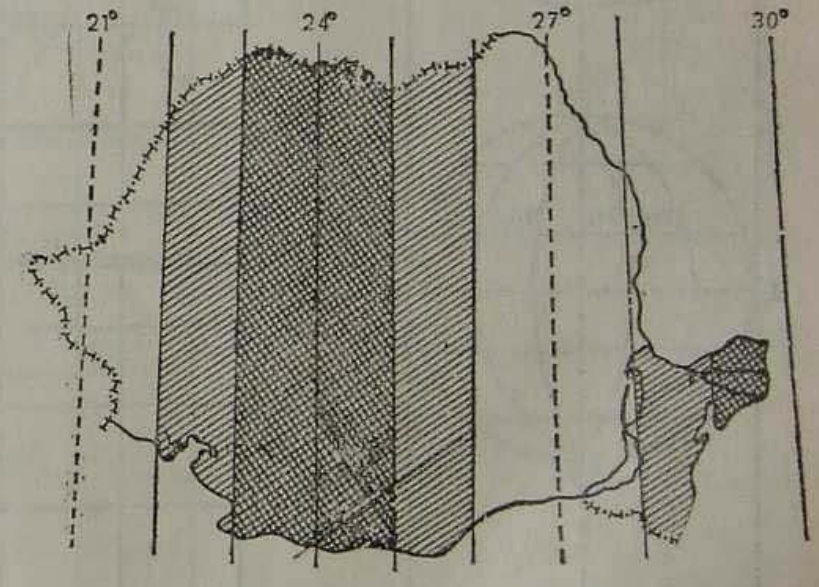


FIG. 68

5.6 Proiecția cilindrică normală conformă Mercator

Această proiecție este opera matematicianului cartograf Gerhard Kremer, zis și Mercator, de origine olandez. El a studiat și aplicat la întocmirea hărților, pentru prima dată în anul 1569, proiecția cilindrică normală conformă.

În principiu, această proiecție presupune reprezentarea elipsoidului pe suprafața desfășurabilă a unui cilindru tangent la ecuator, a cărei axă coincide cu axa de rotație a Pămîntului (fig. 69).

În proiecție suprafața desfășurată este un patrulater, iar rețeaua de meridiane și paralele se reprezintă sub forma unor dreptunghiuri, ale căror înălțimi (arcele de meridian) se măresc pe măsură ce se depărtează de ecuator. Atît meridianele, cît și paralelele sînt reprezentate prin linii drepte paralele și perpendiculare unele pe altele.

Paralelele sînt linii drepte, paralele cu ecuatorul. Meridianele sînt de asemenea linii drepte echidistante, paralele la axa polilor.

Pentru a determina distanțele la care se află paralelele față de ecuator, precum și distanța dintre meridiane, se folosesc formule de calcul corespunzătoare.

În practică aplicarea proiecției se face de la ecuator, în emisfera nordică și sudică, pînă la paralelele de 80°.

În această proiecție suprafața desfășurabilă a cilindrului se poate considera fie tangentă la ecuator, avînd deformările nule pe această linie, fie secantă, liniile de deformări nule fiind pe paralelele de secanță. Alegerea cilin-

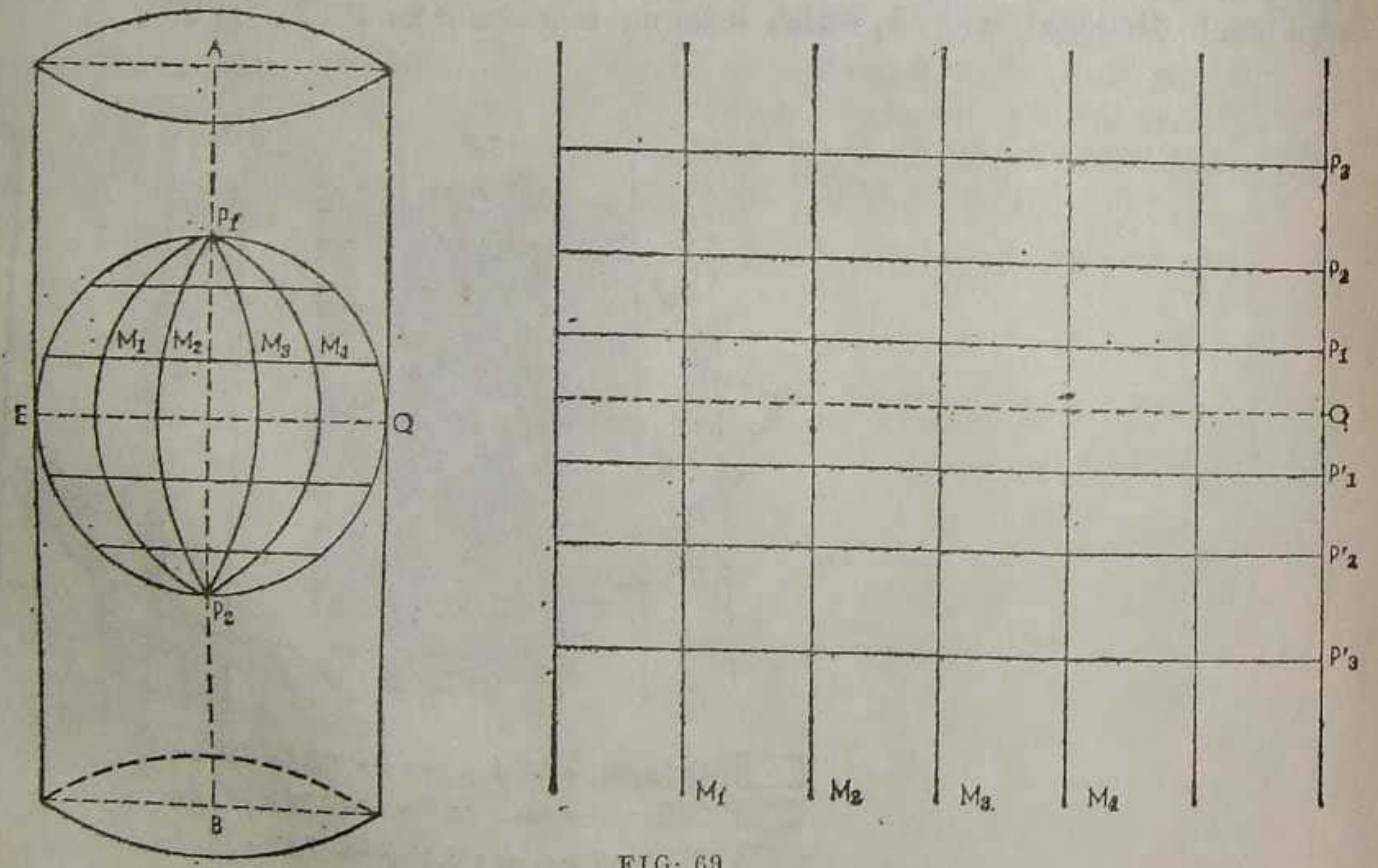


FIG. 69

drului tangent sau secant la suprafața Pămîntului este în funcție de zona de reprezentat. Cînd se reprezintă zone mari, de obicei se ia cilindrul secant.

Proiecția Mercator este una din cele mai răspîndite proiecții la întocmirea hărților de navigație maritimă și aeriană. Acest lucru se explică prin faptul că rețeaua de meridiane și de paralele are o reprezentare simplă, iar proiecția este conformă. În afară de aceasta, în proiecție, *loxodroma* (curba de pe suprafața elipsoidului care intersectează meridianele sub unghiuri constante) se reprezintă în linie dreaptă (fig. 70).

Fiind o proiecție conformă, adică păstrînd nedeformate unghiurile, un cerc de pe sferă se va reprezenta în proiecție tot printr-un cerc, însă de suprafață diferită. Cu cît latitudinea va crește, cu atît și suprafața cercului va fi mai mare (fig. 71).

Cu toate că în această proiecție se deformează distanțele, pe măsura depărtării de la linia de deformări nule, suprafețele deformîndu-se și ele mult, importanța ei practică constă în aceea că întrunește toate calitățile necesare întocmirii hărților pentru navigația maritimă și aeriană.

În principiu, pentru o hartă de navigație maritimă se pun următoarele condiții:

— să se poată fixa cu ușurință poziția unui punct prin coordonatele sale și, respectiv, să se determine coordonatele unui punct; realizarea în bune

FIG. 70

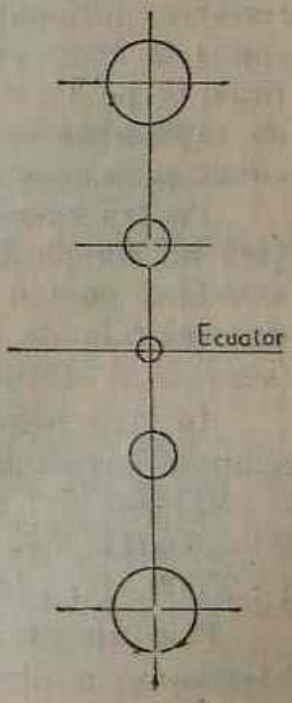


FIG. 71

condiții a acestui deziderat se face atunci cînd meridianele și paralelele sînt perpendiculare între ele;

— harta să fie întocmită într-o proiecție conformă;

— loxodroma să se reprezinte printr-o linie dreaptă;

— să se poată măsura cu ușurință distanțele pe hartă.

Toate aceste condiții sînt satisfăcute de proiecția Mercator. În privința celei de-a treia condiții, aceasta rezultă din însăși proprietatea de conformitate. Loxodroma fiind linia curbă ce întretaie meridianele sub același unghi pe glob, iar proiecția Mercator fiind o proiecție conformă în care meridianele se reprezintă prin linii drepte paralele, rezultă că aceasta se va reprezenta tot printr-o linie dreaptă. Astfel, pe hărțile în această proiecție este suficient să se traseze o linie dreaptă între două puncte situate pe țărmurile opuse ale unui ocean (fig. 70) și aceasta va fi linia după care se va deplasa vasul, respectiv direcția loxodromei.

Pentru măsurarea distanțelor pe hărțile întocmite în proiecția Mercator, precum și pentru a trece sau a raporta o distanță se întrebuințează ca unitate de măsură mila marină, care este egală cu minutul de pe scara latitudinilor în dreptul regiunii în care se măsoară distanța.

5.7 Scările hărților și ale planurilor

5.7.1 Noțiuni generale despre scara hărților și a planurilor

Raportul de reducere a liniilor sau a diferitelor elemente de pe hartă, față de proiecțiile orizontale corespunzătoare din teren, se numește *scara hărții*.

Întrucît harta sau planul este reprezentarea unei zone mici a suprafeței terestre, influența curburii Pămîntului în plan este imperceptibilă; se poate spune în acest caz, mai simplu, că scara hărții este raportul dintre lungimea liniei de pe hartă și lungimea corespunzătoare ei din teren. Cînd însă este vorba de reprezentarea unor suprafețe mari, influența curburii Pămîntului se resimte și în acest caz, la reprezentarea în plan, se ține cont de aceasta.

Pentru executarea hărților topografice, în special, s-a adoptat de fiecare țară un număr limitat de scări din seria de scări de bază. Alegerea scărilor standard pentru întocmirea hărților topografice depinde în mare măsură de cerințele de apărare, de dezvoltare a forțelor de producție, de mărimea (suprafața) statului respectiv etc.

În țara noastră, începînd cu anul 1951, pentru hărțile topografice s-au adoptat următoarele scări: 1 : 25 000, 1 : 50 000, 1 : 100 000, 1 : 200 000, 1 : 500 000 și 1 : 1 000 000. Pentru întocmirea planurilor de orașe, construcții industriale și alte scopuri economice s-au stabilit scările 1 : 500, 1 : 1 000, 1 : 2 000, 1 : 5 000 și 1 : 10 000.

Prin alegerea seriilor de scări mai sus menționate se asigură elaborarea hărților și a planurilor care satisfac cel mai bine cerințele apărării patriei și pe cele ale economiei naționale.

Pe hărți scara generală se indică de obicei sub trei forme și anume:
— scara numerică (de exemplu 1 : 100 000);
— scara grafică;
— scara naturală sau directă (de exemplu 1 cm = 1 000 m).

Dacă pentru hărțile topografice ale Republicii Socialiste România seriile de scări sînt unitare, nu același lucru se poate spune despre scările hărților topografice întocmite de unele țări capitaliste. Tabelul comparativ de mai jos este semnificativ în această privință.

Scările hărților topografice ale Republicii Socialiste România	Scările hărților topografice ale S.U.A.	Scările hărților topografice ale Angliei*	Scările hărților topografice ale Franței
1: 10 000		1: 10 560 (1 milă în 6 țoli)	1: 10 000
	1: 24 000		1: 20 000
1: 25 000	1: 25 000	1: 25 000	
	1: 31 680		
1: 50 000	1: 50 000		1: 50 000
	1: 62 500		
	1: 63 360	1: 63 360 (1 milă într-un țol)	
1:100 000	1:100 000		1: 80 000
	1:125 000	1:126 720 (1 milă în 0,5 țoli)	1:100 000
1:200 000			1:200 000
	1:250 000	1:253 440 (1 milă în 0,25 țoli)	
1:500 000	1:500 000		1:500 000
		1: 625 000	
		1: 633 600 (1 milă în 0,1 țoli)	
1:1 000 000	1:1 000 000	1:1 000 000	1:1 000 000

* Exprimate în milă engleză; 1 milă engleză = 1 853,184 m = 63 360 țoli.

5.7.2 Scara numerică

Raportul de micșorare pe hartă a unei dimensiuni din teren se scrie de obicei sub formă de fracție, arătîndu-se la numărător unitatea, iar la numitor, numărul care arată de cîte ori valorile de pe hartă sînt mai mici decît valorile din teren. Dacă luăm ca exemplu scările 1 : 25 000 și 1 : 50 000, acestea arată că pe hărțile corespunzătoare toate dimensiunile liniare sînt micșorate de 25 000 de ori și respectiv de 50 000 de ori. Scara reprezentată în acest fel se numește *scară numerică* și se scrie întotdeauna sub cadrul de sud al hărții, la mijloc.

Scara numerică este o valoare abstractă și în consecință, dacă ea este cunoscută, măsurările pe hartă pot fi făcute în orice unități liniare (metri, țoli, stînjeni etc.).

Se cunoaște că scara hărții este raportul dintre lungimea unui segment d de pe hartă și lungimea D, corespunzătoare aceluiași segment în teren.

Deci se poate scrie că:

$$\frac{d}{D} = \frac{1}{N},$$

unde:
d — lungimea unui segment pe hartă;
D — lungimea aceluiași segment pe teren;
N — numitorul scării hărții respective.

Cu ajutorul acestei formule se pot determina:

— distanța d între două puncte pe hartă, atunci cînd se cunoaște distanța D între aceleași puncte pe teren și scara hărții;

— distanța D între două puncte în teren, atunci cînd se cunoaște distanța d între aceleași puncte pe hartă și scara hărții;

— numitorul scării hărții și respectiv scara hărții, atunci cînd se cunoaște distanța D între două puncte în teren și distanța d între aceleași puncte pe hartă.

Exemple:

— Să se determine distanța pe hartă între două localități, cunoscîndu-se că harta este la scara 1:50 000, iar distanța pe teren între aceste localități este de 10 000 m.

Cunoscînd relația de mai sus, se poate scrie:

$$d = \frac{D}{N}.$$

Înlocuind elementele cunoscute, rezultă:

$$d = \frac{10\,000 \text{ m}}{50\,000} = 0{,}2 \text{ m} = 20 \text{ cm}.$$

Deci distanța pe hartă între cele două localități este de 20 cm.

— Să se determine distanța reală în teren între două stații de cale ferată, care sînt situate pe o hartă la scara 1:25 000 la 15 cm distanță una de alta.

Din aceeași relație se poate scrie:

$$D = d.N.$$

Înlocuind elementele cunoscute, rezultă:

$$D = 15 \text{ cm} \times 25\,000 = 375\,000 \text{ cm} = 3\,750 \text{ m}.$$

Deci distanța între cele două stații de cale ferată este de 3 750 m.

— Să se determine scara unei hărți, cunoscînd că distanța pe hartă între două pietre kilometrice este de 5 cm, iar în teren distanța între aceleași puncte este de 5 000 m.

Tot din aceeași relație se poate scrie:

$$N = \frac{D}{d}.$$

Înlocuind elementele cunoscute, rezultă:

$$N = \frac{5\,000\ \text{m}}{5\ \text{cm}} = \frac{5\,000}{0{,}05\ \text{m}} = 100\,000\ .$$

Deci numitorul scării hărții va fi 100 000, iar scara hărții, 1:100 000.

5.7.3 Scara grafică simplă

Pentru a se evita calculele ce se execută cînd se folosește scara numerică se întrebuințează *scara grafică* sau liniară (fig. 72). Această scară este o reprezentare grafică a scării numerice și se poate executa ușor.

Se trasează o linie dreaptă, care se împarte în dimensiuni egale între ele și potrivite pentru măsurările de pe hartă. Valoarea liniară a unei asemenea gradații se numește *baza scării* (pentru scara 1 : 25 000 — 4 cm), iar lungimea din teren corespunzătoare bazei scării este *valoarea scării* (pentru scara 1 : 25 000 — 1 km).

Pentru a se putea măsura pe hartă și distanțe mici prima gradație (prima bază) a scării se împarte la rîndul său în subdiviziuni egale, numite *talon* (pentru scara 1 : 25 000 — 1 cm). Talonul se numerotează cu cifre, care reprezintă distanțele corespunzătoare din teren și se subdivizează în milimetri pe scară.

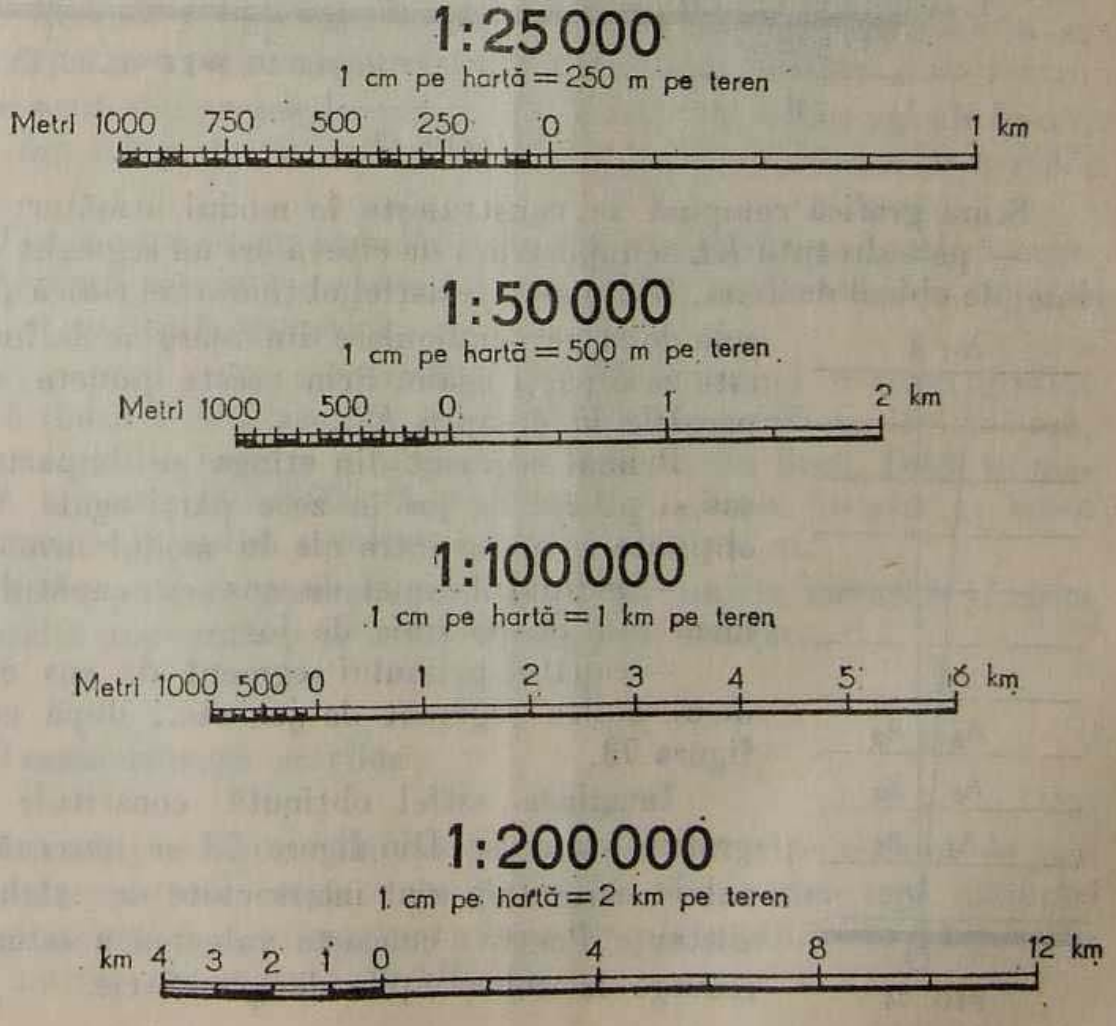


FIG. 72

Drept origine a măsurării distanțelor pe scara grafică simplă se consideră capătul din stînga al primului segment nedivizat, care se notează cu zero. Spre dreapta lui zero se înscriu distanțele corespunzătoare valorii întregi a bazei, iar spre stînga — pe talon — valorile corespunzătoare fracțiilor bazei. Modul cum se reprezintă pe hartă scările grafice simple ale hărților topografice militare este arătat în figura 72.

Măsurarea unei distanțe de pe hartă, cu ajutorul scării grafice, se face așa cum se arată la capitolul 7.

5.7.4 Scara grafică compusă

De multe ori, atunci cînd se folosesc hărțile topografice, se impune determinarea unei distanțe cu o precizie cît mai mare. Pentru a putea obține acest lucru, dacă se folosește scara grafică simplă, ar trebui să se împartă gradațiile mari ale scării în gradații foarte mici, astfel că folosirea lor ar fi destul de complicată și greoaie. De aceea, pentru măsurări mai precise, se folosește scara grafică compusă (fig. 73).

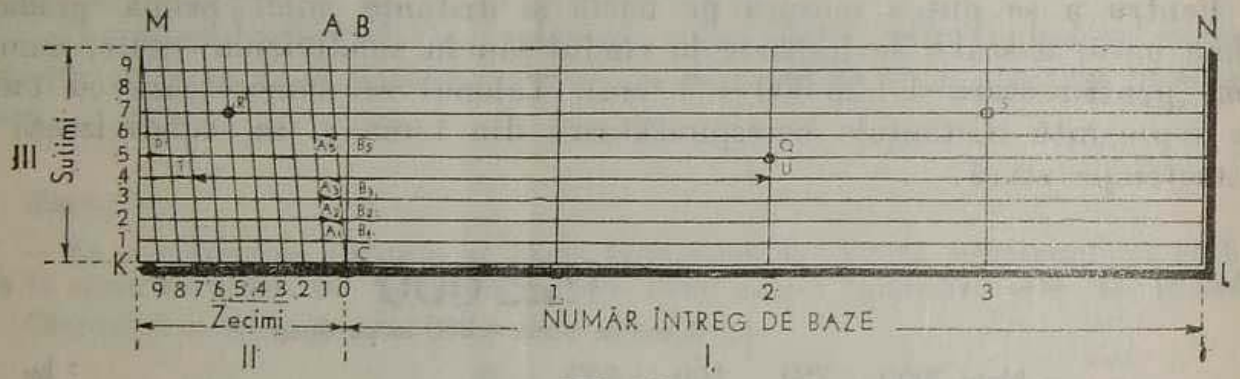


FIG. 73

Scara grafică compusă se construiește în modul următor:

— pe o dreaptă KL se raportează de cîteva ori un segment de aceeași mărime, de obicei de 2 cm. Din punctele astfel obținute se ridică perpendiculare; cele două perpendiculare din margine se împart fiecare în cîte zece părți egale. Prin aceste puncte se duc drepte paralele la dreapta KL.

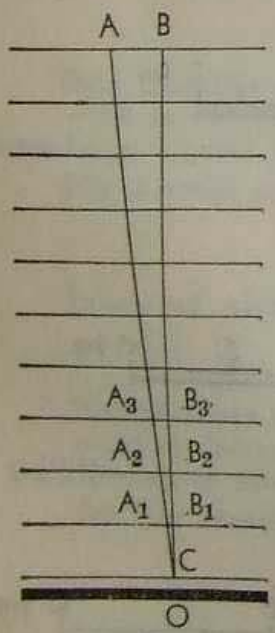


FIG. 74

Primul segment din stînga se împarte pe latura de sus și pe cea de jos în zece părți egale. Punctele astfel obținute se unesc între ele în modul următor:

— începutul liniei de sus cu capătul primului segment mic de pe linia de jos;

— capătul primului segment de sus cu capătul celui de-al doilea segment de jos etc., după cum se arată în figura 73.

Imaginea astfel obținută constituie talonul scării grafice compuse. Din figura 73 se observă că liniile paralele orizontale sînt intersectate de celelalte la anumite distanțe. Pentru a cunoaște valoarea acestor segmente vom recurge la cunoștințele de geometrie.

Dacă reprezentăm la o scară mai mare imaginea rezultată din intersecția acestor linii, ea va arăta ca în figura 74.

Din triunghiul ACB determinăm valoarea segmentelor paralele între ele A_1B_1, A_2B_2, A_3B_3. Din asemănarea triunghiurilor ACB și A_1CB_1 putem scrie că:

$$\frac{A_1B_1}{AB} = \frac{CB_1}{CB},$$

de unde:

$$A_1B_1 = \frac{CB_1 \cdot AB}{CB}.$$

Cunoaștem că prin construcție $AB = 0{,}1$ din baza scării, iar $CB_1 = 0{,}1$ din segmentul CB.

Înlocuind în formulă, vom avea:

$$A_1B_1 = \frac{0{,}1 \cdot 0{,}1\ CB}{CB} = 0{,}01 \text{ din baza scării.}$$

În același mod putem afla că:

$$A_2B_2 = 0{,}02,$$
$$A_3B_3 = 0{,}03,$$
$$\ldots\ldots\ldots$$
$$A_9B_9 = 0{,}09$$

din baza scării. Rezultă că fiecare segment se deosebește de cel vecin cu 0,01 din baza scării. Această proprietate a scării grafice compuse permite să se măsoare și să se raporteze pe hartă distanțe cu precizie de 0,01 din baza scării.

Cifrele de pe scară din partea dreaptă a lui O arată valori întregi ale bazei, cele de pe talon din stînga lui O, zecimi ale bazei și cele de sus pe linia KM, sutimile.

O scară grafică compusă, cu baza de 2 cm, se numește scara grafică compusă normală. Aceasta prezintă avantajul că permite a măsura și a raporta distanțe pentru orice scară numerică.

De exemplu, pentru scara numerică 1 : 25 000, folosind o scară grafică compusă normală (baza 2 cm), aceasta reprezintă în teren 500 m pentru bază, 50 m pentru o zecime din bază și 5 m pentru o sutime din bază. Dacă se măsoară pe o hartă la scara 1 : 50 000 (2 cm = 1 km), cifrele înscrise pe scara grafică compusă normală indică rezultatul direct în km și m.

Scara grafică compusă se gravează, de obicei, pe liniare metalice și chiar pe riglele aparatelor topografice și are o largă întrebuințare.

5.7.5 Transformarea scărilor

În anumite situații se pot întîlni hărți construite în alte sisteme de măsură decît cele metrice (țoli, stînjeni etc.). Pentru a se putea face măsurări și pe aceste hărți în metri și kilometri trebuie transformată scara hărții dintr-un sistem de unități de măsură în altul.

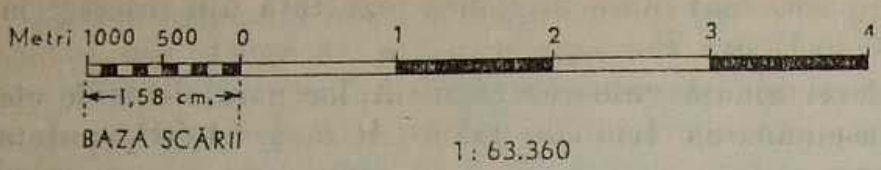


FIG. 75

Cînd se cunoaște scara numerică a hărții, problema se rezolvă foarte simplu; trebuie numai să se construiască scara grafică simplă în unități de măsură metrice după scara numerică simplă.

Așa, de exemplu, să presupunem că trebuie să se construiască scara grafică simplă pentru harta engleză la scara 1: 63 360, pentru a putea face măsurări în sistemul metric. Scara numerică arată că 1 cm pe hartă reprezintă 633,6 m pe teren. Dacă luăm drept bază a scării 1 cm, vom obține o scară grafică simplă foarte incomodă pentru măsurări, întrucît valoarea bazei (633,6 m) nu este un număr întreg. În acest caz este indicat să se adopte o bază a scării, în așa fel încît ea să reprezinte în teren un număr întreg și rotunjit de metri, pentru a putea avea și fracțiuni zecimale.

Cel mai apropiat și convenabil număr întreg și rotunjit de 633,6 este 1 000 metri. Lungimea X a unui segment, corespunzător la 1 000 m, se deduce foarte ușor din următoarea proporție:

$$\frac{1 \text{ cm}}{X \text{ cm}} = \frac{633{,}6 \text{ m}}{1\,000 \text{ m}}, \text{ de unde:}$$

$$X = \frac{1\,000}{633{,}6} = 1{,}58 \text{ cm.}$$

Segmentul de 1,58 va fi deci baza scării grafice.

Dacă luăm în deschizătura compasului 1,58 cm, de pe scara grafică compusă, vom putea construi o scară grafică simplă ca în figura 75.

În cazul cînd pe hartă nu este arătată scara numerică, ea poate fi aflată cu ajutorul scării grafice simple, însă pentru aceasta este necesară să se cunoască sistemul de măsuri în care este întocmită scara grafică.

5.8 Harta internațională la scara 1:1 000 000

Pentru elaborarea hărții internaționale la scara 1 : 1 000 000, în anul 1909, la Congresul internațional de geografie de la Londra, au fost puse bazele acesteia prin stabilirea scării, proiecției, nomenclaturii și conținutului foilor de hartă.

Pentru întocmirea hărții suprafața Pămîntului a fost acoperită în întregime cu trapeze elipsoidale pe zone de 4°/6°, într-o proiecție policonică.

În stabilirea condițiilor proiecției hărții lumii la scara 1 : 1 000 000 s-a ajuns la următoarele soluții:

— meridianul mediu să se reprezinte printr-o linie dreaptă, care să fie și axa de simetrie a rețelei cartografice;

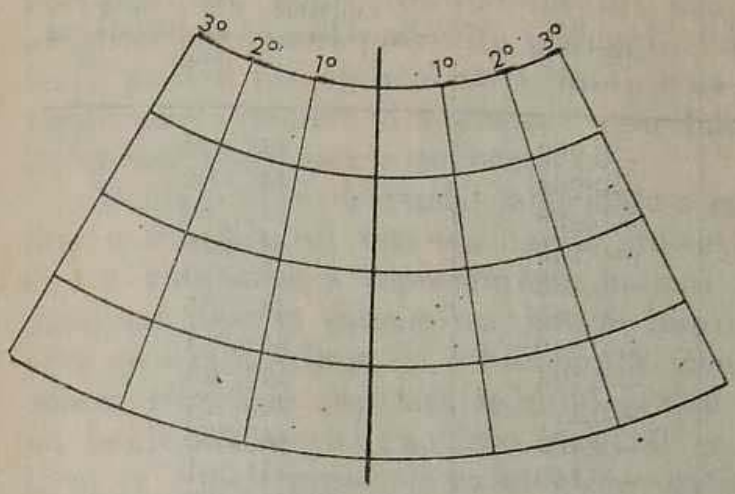


FIG. 76

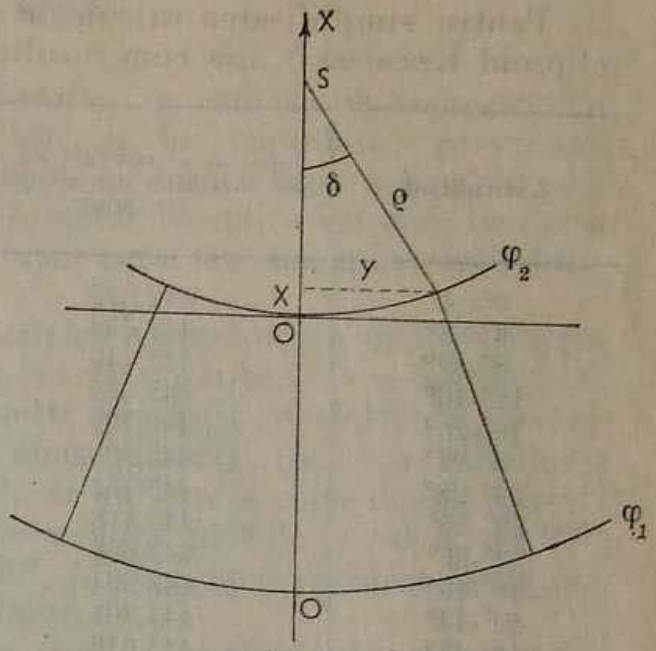


FIG. 77

— paralelele extreme ale fiecărei foi să se reprezinte prin arce de cercuri concentrice, cu centrele pe prelungirea meridianului mediu;

— meridianele să se reprezinte sub forma unor linii drepte (din acest motiv proiecției hărții lumii i se mai spune și proiecție policonică modificată).

Pentru fiecare foaie de hartă de 4°/6° rețeaua cartografică se construiește după proiecția meridianelor și a paralelelor, trasate din 1° în 1° (fig. 76).

Rețeaua cartografică (meridianele și paralelele) se calculează și se construiește pentru fiecare foaie, aparținînd unei zone de 4°/6°. Metoda de construire a rețelei cartografice este cea prin coordonatele rectangulare ale punctelor de intersecție a proiecției paralelelor cu proiecțiile meridianelor (fig. 77).

Din figură se deduc foarte simplu formulele de calcul pentru abscisa x și ordonata y.

Cînd s-au studiat condițiile proiecției, am văzut că meridianele în loc să se reprezinte prin linii curbe se redau prin linii drepte. În această situație meridianul mediu va fi deformat în proiecție și el va avea o lungime mai mică decît lungimea meridianelor marginale (fig. 78).

Datorită acestei situații va trebui adusă o corecție meridianului mediu, pentru respectarea condițiilor proiecției și anume:

$l_m\ (pr) = l_m\ (rd) - K$, unde:

$l_m\ (pr)$ — lungimea arcului de meridian în proiecție;

$l_m\ (rd)$ — lungimea arcului de meridian redresat (redat în linie dreaptă);

K — corecția ce se aduce meridianului redresat.

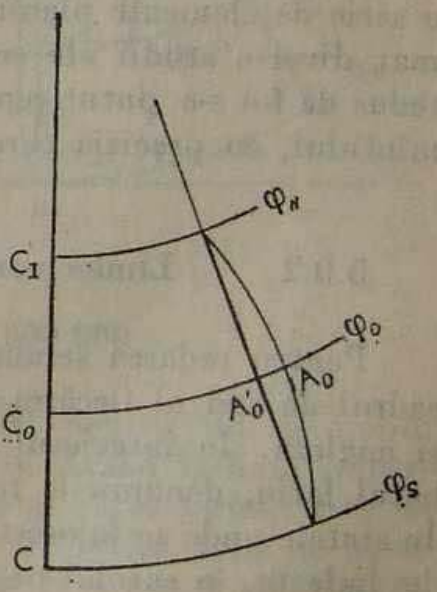


FIG. 78

Pentru simplificarea calculelor s-a determinat corecția K de la 0° la 48° (elipsoid Krasovski), așa cum rezultă din tabelul de mai jos:

Latitudinea	Lungimea naturală de arc de meridian din 4° în 4° (în mm)	K (în mm)	Lungimea din 4° în 4° a meridianului mediu corectat (în mm)
0°- 4°	442,312	—0,268	442,044
4°- 8°	442,356	—0,264	442,092
8°-12°	442,440	—0,258	442,182
12°-16°	442,567	—0,249	442,318
16°-20°	442,737	—0,238	442,499
20°-24°	442,930	—0,225	442,705
24°-28°	443,161	—0,210	442,951
28°-32°	443,418	—0,194	443,224
32°-36°	443,698	—0,177	443,521
36°-40°	443,994	—0,159	443,835
40°-44°	444,301	—0,140	444,161
44°-48°	444,613	—0,121	444,492

5.9 Harta lumii la scara 1:2 500 000

5.9.1 Generalități

Dezvoltarea cercetărilor geografice și cartografice din ultimul deceniu a scos în evidență necesitatea realizării unei opere cartografice, care să redea configurația Pămîntului în plan, la o scară potrivită, astfel ca hărțile să fie unitare și să poată servi pentru cele mai diverse studii științifice și drept bază geografică generală pentru întocmirea de hărți tematice.

Prin structura și conținutul ei harta lumii la scara 1 : 2 500 000 prezintă o serie de elemente planimetrice, de toponimie și de relief, care satisfac cele mai diverse studii ale cercetărilor geografice și cartografice. Într-un număr redus de foi s-a putut reprezenta uniform și unitar întreaga suprafață a Pămîntului, cu precizia cerută de această scară.

5.9.2 Limba vorbită în harta lumii

Pentru redarea semnelor convenționale din conținut, în legenda de sub cadrul de sud al fiecărei foi de hartă, acestea sînt explicate în limbile rusă și engleză. În interiorul cadrului hărților se folosește în exclusivitate alfabetul latin, denumirile topice redîndu-se sub forma oficială a fiecărui stat. În statele unde se folosește alt alfabet decît cel latin (chirilic, grec sau o serie de dialecte, în special pe teritoriul Asiei și Africii) se utilizează tot alfabetul latin, prin transliterarea oficială recunoscută pe plan internațional.

5.9.3 Baza matematică a hărții lumii

Elaborarea unei hărți cu caracter științific, în care să se reprezinte o porțiune din suprafața Pămîntului sau întreaga lui suprafață, presupune alegerea celei mai potrivite proiecții. Soluțiile privind alegerea acestei proiecții pentru întocmirea hărții lumii s-au prezentat în multe variante de către țările participante; din acestea s-au luat cele care au corespuns mai bine cerințelor unei asemenea hărți.

Dintr-o serie de studii laborioase a reieșit că reprezentarea întregii suprafețe a Pămîntului într-o singură proiecție nu este posibilă la această scară și s-a ales soluția reprezentării în mai multe proiecții. Astfel s-au ales ca proiecții pentru întocmirea hărții lumii două proiecții conice echidistante și o proiecție azimutală echidistantă. Zonele de aplicare a celor două proiecții conice sînt cele cuprinse la nord și sud de ecuator pînă la paralela de 60°, iar pentru regiunile cuprinse între 60° și 90°, în cele două emisfere (zone polare) se aplică proiecția azimutală echidistantă.

Pe baza figurii 79 se pot deduce foarte simplu formulele de calcul necesare obținerii abscisei x și ordonatei y, atît pentru cele două proiecții conice, cît și pentru proiecția azimutală.

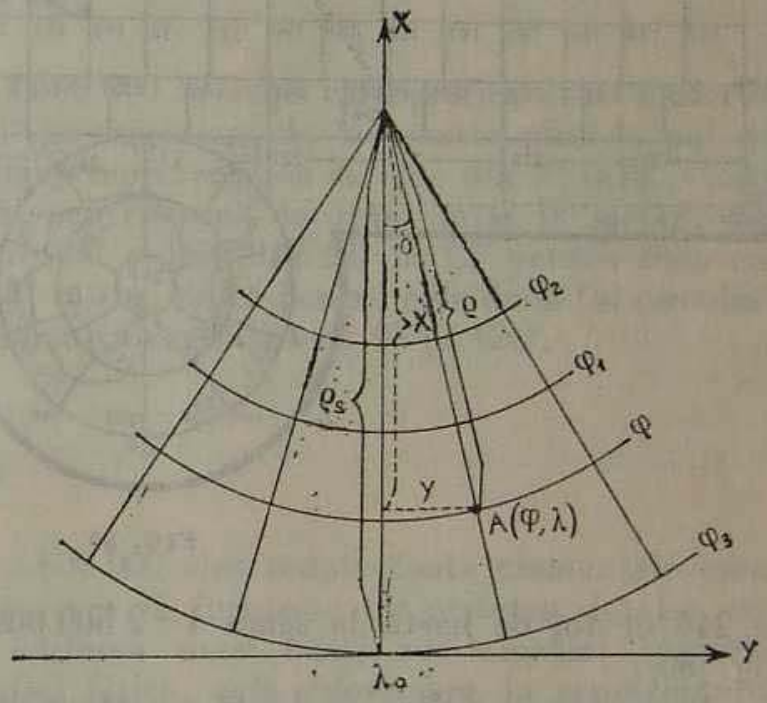


FIG. 79

5.9.4 Nomenclatura hărților la scara 1: 2 500 000

Împărțirea foilor de hartă la scara 1 : 2 500 000 pentru întreg globul s-a făcut pe baza foilor de hartă la scara 1 : 1 000 000. Avînd la bază împărțirea suprafeței terestre pe foi la scara 1 : 1 000 000, al căror format este de 4°/6°, s-au obținut foile de hartă la scara 1 : 2 500 000. Astfel, foile de hartă la scara 1 : 2 500 000 sînt compuse din grupe de foi la scara 1 : 1 000 000, care variază de la 9 la 36 de foi. Prin această împărțire a rezultat un număr

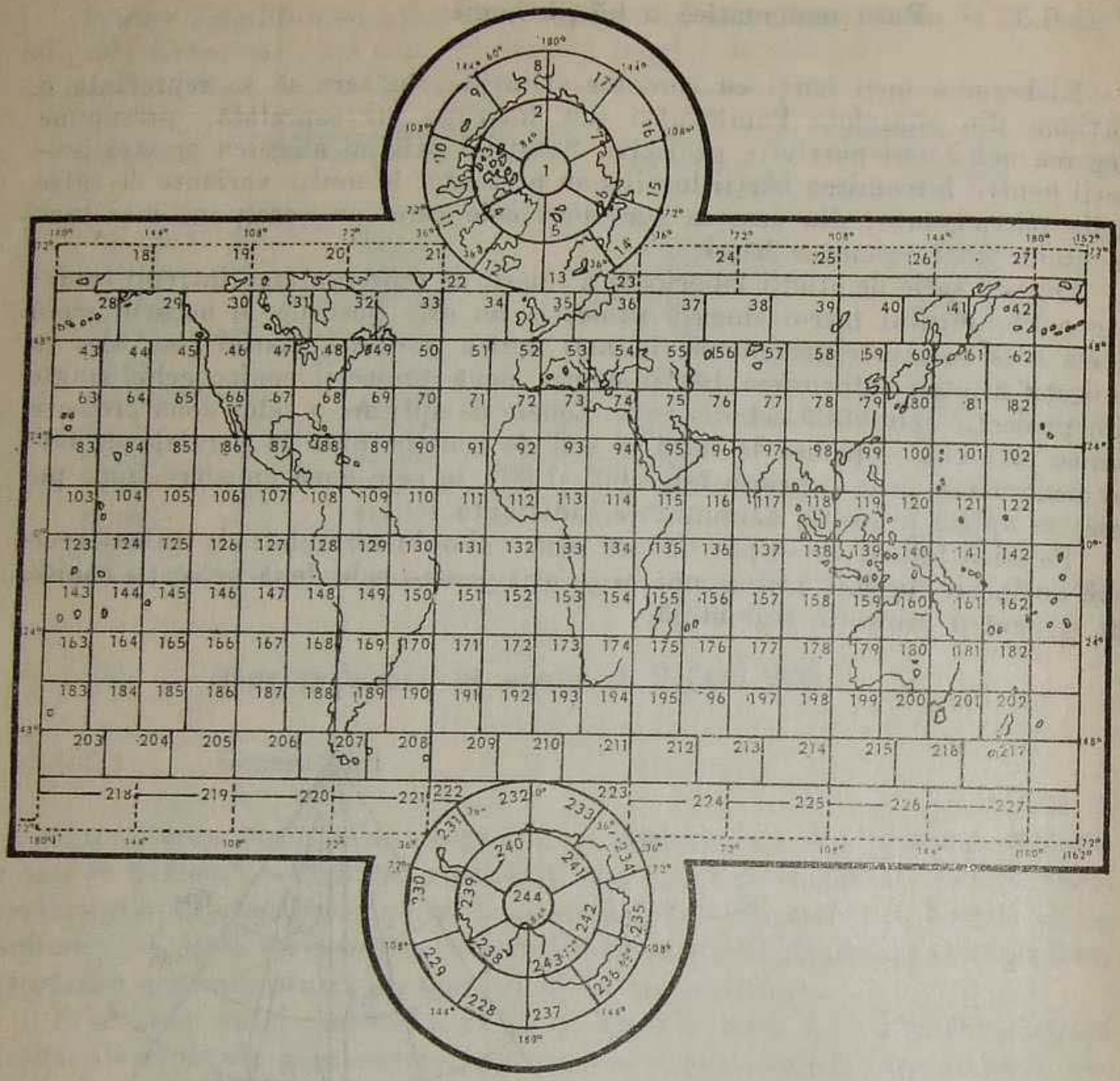


FIG. 80

de 244 de foi de hartă la scara 1 : 2 500 000 pentru întreg globul pămîntesc (fig. 80).

Numerotarea foilor de hartă s-a făcut cu cifre arabe, începînd cu polul nord și terminînd cu cel de sud, polul nord avînd numărul 1, iar cel de sud numărul 244, ambele hărți de formă circulară.

Pe baza acestei împărțiri nomenclatura unei foi de hartă la scara 1 : 2 500 000 are, de exemplu, forma N J-L 34-36 (54), în care:

N — emisfera în care se află harta;

J-L — inițialele foilor marginale la scara 1 : 1 000 000;

34-36 — zonele sau fusele marginale;

54 — numărul foii la scara 1 : 2 500 000 rezultată din împărțirea arătată mai sus.

Din exemplul arătat rezultă că foaia de hartă numărul 54 la scara 1 : 2 500 000 se compune din nouă foi la scara 1 : 1 000 000, a căror nomenclatură este J-34, J-35, J-36, K-34, K-35, K-36, L-34, L-35 și L-36.

În valori graduale harta la scara 1 : 2 500 000 din exemplul dat are mărimea de 18° pe longitudine și de 12° pe latitudine și ca urmare într-o asemenea hartă este reprezentată o suprafață de teren de aproximativ 186 624 km².

Pe zone de reprezentare foile de hartă la scara 1 : 2 500 000 au următoarele dimensiuni:

— pentru zona de la 0° la 48° latitudine nordică și sudică hărțile au 18° pe longitudine și 12° pe latitudine, deci cuprind 9 foi la scara 1 : 1 000 000;

— pentru zona de la 48°-60° hărțile au 24° pe longitudine și 12° pe latitudine, deci cuprind 12 foi la scara 1 : 1 000 000;

— pentru zona de la 60°-72° hărțile au 36° pe longitudine și 12° pe latitudine, deci cuprind 18 foi la scara 1 : 1 000 000;

— pentru zona de la 72°-84° hărțile au 60° pe longitudine și 12° pe latitudine, deci cuprind 36 foi la scara 1 : 1 000 000;

— de la 80°-90° există o singură foaie pentru fiecare pol.

5.9.5 Rețeaua cartografică

Pe harta lumii la scara 1 : 2 500 000 rețeaua cartografică este materializată pentru paralele din 2° în 2° pe meridian, de la ecuator pînă la pol, în cele două emisfere. Pentru meridiane reprezentarea se face din 2° în 2°, începînd de la meridianul Greenwich, pentru zona cuprinsă între 0° și 60°, din 4° în 4° pentru zona cuprinsă între 60° și 84°, din 12° în 12° pentru zona cuprinsă între 84° și 88°, iar de la 88° în sus, adică pentru cele două foi circulare din jurul polilor, se reprezintă numai meridianul de 0° și 120°.

5.9.6 Conținutul hărții

Pe harta lumii la scara 1 : 2 500 000 sînt redate toate elementele esențiale necesare unei hărți de bază, care să furnizeze majoritatea datelor cartografice pentru întocmirea și editarea unor hărți cu tematici speciale. Sînt redate elemente ale geografiei fizice, cele referitoare la reprezentarea țărmurilor și a rețelei hidrografice, ținuturi și alți factori ai suprafeței terestre, elemente ale geografiei economice și politice privitoare la rețeaua de comunicații, așezările omenești, frontiere și limite administrative de ordinul I și de ordinul II.

În funcție de densitatea lor localitățile se reprezintă aproape în întregime. Acolo unde densitatea este prea mare, criteriul de selecționare este în funcție de importanța administrativă și de dezvoltarea economică. În regiunile cu densitate maximă a populației numărul localităților este de cca 240-300 pe dm², iar în regiunile cu densitate minimă numărul localităților nu depășește 80 pe dm². Pentru diferențierea între ele ca mărime și impor-

tanță, localitățile sînt redate prin semne de diverse mărimi, în funcție de numărul de locuitori, astfel:

— localități sub 10 000 locuitori;
— de la 10 000 - 30 000 locuitori;
— de la 30 000 - 100 000 locuitori;
— de la 100 000 - 300 000 locuitori;
— de la 300 000 - 1 000 000 locuitori;
— peste 1 000 000 locuitori.

Rețeaua de comunicații este un alt element important ce predomină în harta lumii. În general sînt reprezentate toate căile ferate principale, autostrăzile și șoselele. Restul căilor de comunicații sînt trecute generalizat, în funcție de gradul de complexitate a celorlalte elemente, pe fiecare zonă în parte.

În harta lumii sînt trecute cu precizia cerută de scara hărții frontierele de stat și limitele administrative. De regulă, limitele administrative de ordinul I sînt trecute toate, iar cele de ordinul II, numai acolo unde scara hărții o permite. Sînt limitate, de asemenea, parcurile naționale și regiunile de protecție naturală, acolo unde au o suprafață de cel puțin 25 mm^2 la scara hărții.

Rețeaua hidrografică constituie de asemenea un element important în harta lumii. În general sînt reprezentate pe hartă toate rîurile care au o lungime minimă de 1,5 cm la scara hărții. Sînt trecute pe hartă lacurile a căror suprafață la scara hărții este mai mare de 1 mm^2, diferențiindu-se prin culoare cele cu apă dulce de cele sărate. Oceanele, mările și lacurile mai mari sînt reprezentate cu ajutorul curbelor de nivel pentru adîncimi (batimetrice), al cotelor de adîncime și al treptelor de adîncime (tentelor hipsometrice).

Relieful este reprezentat cu ajutorul curbelor de nivel, al treptelor de înălțime colorate și al cotelor. Pentru redarea cît mai expresivă și mai fidelă a terenului s-a adoptat următoarea echidistanță a curbelor de nivel: 50, 100, 200, 300, 500, 700, 1 000, 1 500, 2 000, 2 500, 3 000, 4 000, 5 000, 6 000, 7 000 și 8 000 m. În general, punctele cotate sînt trecute în locurile caracteristice ale reliefului, cu o densitate medie de 3 puncte pe dm^2.

CAPITOLUL al 6-lea

Reprezentarea detaliilor terenului pe hărțile topografice

6.1 Semne convenționale

Semnele convenționale reprezintă un sistem de notații sub formă de simboluri, cu ajutorul cărora se indică pe hărți poziția în teren a diferitelor obiecte și fenomene, redîndu-se în același timp și caracteristicile lor cantitative și calitative.

Toate semnele convenționale pot fi clasificate în trei grupe principale și anume:

— semne convenționale de contur;
— semne convenționale de scară;
— semne convenționale explicative.

6.1.1 Semnele convenționale de contur

Semnele convenționale de contur se folosesc pentru reprezentarea pe hartă a acelor detalii a căror configurație în teren se poate reda la scara hărții. De aceea se mai numesc și semne convenționale la scara hărții. Acestea sînt: pădurile, grădinile, mlaștinile etc.

Conturul (limitele) acestor detalii este reprezentat pe hartă printr-o figură asemănătoare cu conturul real de pe teren. În cazul suprapunerii cu semnele altor elemente (șanțuri, împrejmuiri etc.) conturul nu se mai reprezintă. Suprafața din interiorul contururilor se completează cu semne uniforme, stabilite pentru fiecare detaliu din teren. Aceste semne convenționale (de completare) nu arată, prin ele însești, poziția reală a unui obiect anumit din interiorul conturului și nici dimensiunile lui liniare.

Deci conturul (limita) redă poziția în teren și configurația geometrică a obiectului, iar elementele de completare dau caracteristicile calitative ale acestuia.

6.1.2 Semnele convenționale de scară

Semnele convenționale de scară se folosesc pentru reprezentarea unor detalii din teren, de dimensiuni mai mici, care nu pot fi reprezentate la scara hărții. Se numesc semne convenționale de scară, deoarece numărul lor pe hartă și dimensiunile lor depind de scara hărții; cu cît scara este mai mică, cu atît

dimensiunile semnelor vor fi mai mici. Indiferent însă de scară, aceste semne redau poziția reală a obiectelor din teren.

Unele detalii sînt reprezentate, pe hărțile la toate scările, prin aceleași semne convenționale, ca de exemplu: fîntînile, pietrele kilometrice, copacii izolați etc.; altele își pot schimba aspectul în funcție de scara hărții. Așa, de exemplu, localitățile pe hărțile la scară mare sînt reprezentate prin semne convenționale de contur, avînd în interiorul lor aproape toate detaliile. Dacă scara hărții este mai mică, aceleași localități se vor reprezenta cu mai puține detalii și mai generalizat, ajungîndu-se ca la scările mici să se reprezinte numai cu cerculețe, adică prin semne convenționale de scară.

Spre deosebire de semnele convenționale de contur semnele convenționale de scară arată precis poziția obiectului sau a detaliului pe care îl reprezintă, aceasta fiind determinată de centrul sau de axul figurii respective.

În general, semnele convenționale se plasează pe hartă exact în poziția corespunzătoare obiectelor din teren, după următoarele principii:

— la semnele cu formă geometrică (cerc, pătrat, dreptunghi, triunghi etc.) punctul central al semnului convențional trebuie să corespundă poziției reale a obiectului reprezentat;

— la semnele cu bază lată (oficii telegrafice, telefonice, stații meteorologice etc.) mijlocul liniei de bază a semnului trebuie să corespundă cu poziția reală a obiectului pe care îl reprezintă;

— la semnele cu baza în unghi drept vîrful unghiului drept al semnului trebuie să corespundă cu poziția reală a obiectului reprezentat;

— liniile de bază ale semnelor trebuie să fie paralele cu laturile nord-sud, respectiv est-vest, ale cadrului hărții; excepție fac numai semnele care se reprezintă prin contururi (în special minele, cetățile, ocoalele de vite etc.).

Semnele convenționale de scară nu arată, prin ele însele, dimensiunile detaliilor și de aceea nu se pot obține prin măsurare dimensiunile reale ale acestora.

6.1.3 Semnele convenționale explicative

Semnele convenționale explicative sînt toate celelalte notări convenționale ce se fac pe hartă, pentru a scoate în evidență unele caracteristici suplimentare ale detaliilor din teren. Acestea sînt folosite întotdeauna combinat cu celelalte semne convenționale din primele două categorii. De exemplu, cînd se reprezintă pe hartă o pădure, în interiorul conturului, ca o completare a semnului convențional de contur pentru pădure, se mai reprezintă și un semn explicativ, sub forma unui copac, care indică specia (foioase sau conifere); pe rîuri se arată cu o săgeată sensul de curgere a apei și altele.

De asemenea pot fi considerate ca semne explicative și diversele inscripții și cifre, care însoțesc unele semne convenționale. Acestea sînt folosite pentru a arăta denumirile proprii ale detaliilor, ca localități, rîuri etc., precum și pentru o caracterizare mai amănunțită a detaliilor reprezentate pe hartă. Așa, de exemplu, alături de semnele convenționale ale întreprinderilor industriale și gospodărești, ale exploatărilor miniere și ale altor detalii, se scriu

prescurtat felul producției, minereurile extrase sau alte caracteristici ca: uz. el. — uzină electrică, crm. — fabrică de cărămidă, aerd. — aerodrom, auto — uzina constructoare de automobile, Cu — exploatare (turnătorie, combinat) de cupru, Al — fabrică de aluminiu, prefabr. — fabrica de prefabricate.

Tot cu ajutorul inscripțiilor prescurtate se dau explicații pentru unele detalii din teren sau repere, care nu au semn convențional special, dar care ies în evidență față de celelalte. Spre exemplu, lîngă clădirea unui dispensar medical se adaugă inscripția disp. medical, lîngă un canton de cale ferată se adaugă litera C, lîngă clădirea unei școli se adaugă inscripția șc. etc. În atlasul de semne convenționale pentru hărțile topografice se găsesc toate abrevierile și adnotările explicative folosite la semnele convenționale.

Semnele convenționale ale hărților topografice la scările 1 : 25 000, 1:50 000 și 1:100 000 sînt în general identice ca formă, însă au dimensiuni diferite (pentru scări mai mici dimensiunile sînt mai mici). De reținut că la reprezentarea semnelor convenționale pe hărți acestea trebuie să fie clare, expresive și să nu aglomereze prea mult harta. Pentru hărțile la scările 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 și 1:200 000 distanța dintre două semne convenționale trebuie să fie de minimum 0,2 mm.

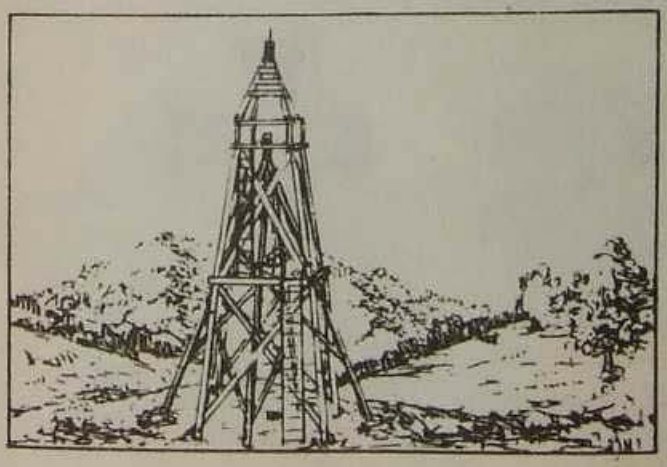
6.2 Reprezentarea punctelor de bază

Punctele de bază reprezintă elemente principale ale hărților topografice, iar poziția lor pe hartă se fixează cu ajutorul coordonatografului.

Pe hărțile topografice la scările 1:25 000, 1:50 000 și 1:100 000 se trec punctele astronomice, punctele de triangulație și poligonometrie, punctele rețelei de ridicare marcate în teren prin borne, precum și mărcile și reperele rețelei de nivelment de stat (cu excepția celor de perete și provizorii). Lîngă semnele convenționale ale punctelor de bază se scrie pe hartă cota lor în metri (rotunjită pînă la 0,1 m).

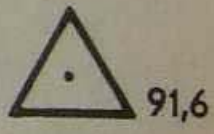
Aspectul punctelor de bază, în teren și pe hartă, este următorul:

ÎN TEREN

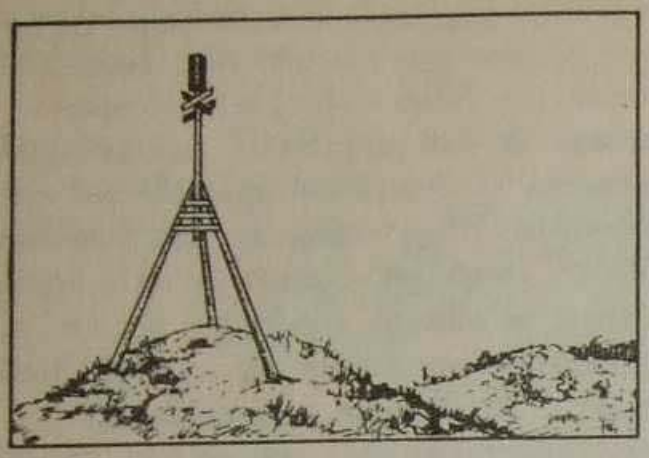


PE HARTĂ

Punct de triangulație
(*91,6* — cota în m)



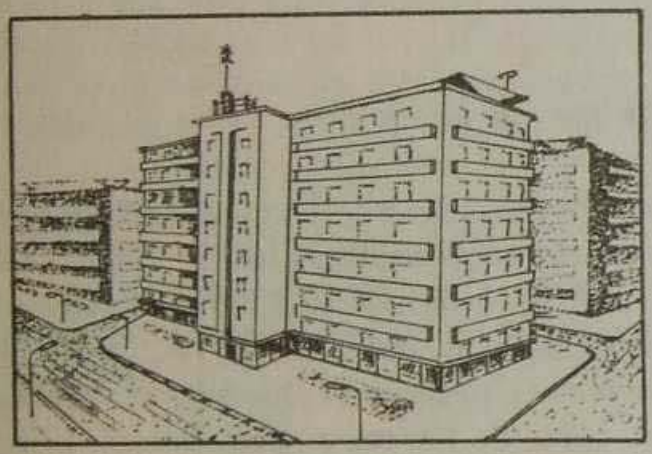
ÎN TEREN PE HARTĂ



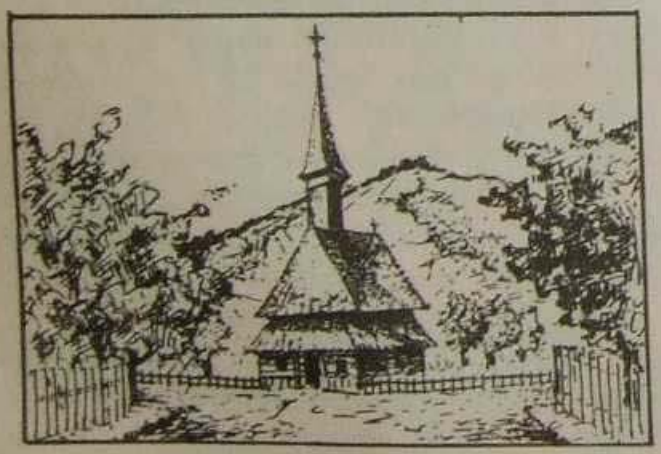
Punct de triangulaţie pe movilă
(98,7 — cota în m;
2 — înălţimea relativă în m)

Pe hărţile la scările 1:25 000 şi 1:50 000 se reprezintă prin semne convenţionale speciale construcţiile ale căror părţi înalte (vîrfuri, turnuri, castele de apă, coşuri de fabrică, antene de radioemisie) sînt determinate ca puncte de triangulaţie. Acestea sînt redate astfel:

ÎN TEREN PE HARTĂ



Punct de triangulaţie pe clădire



Punct de triangulaţie pe biserică

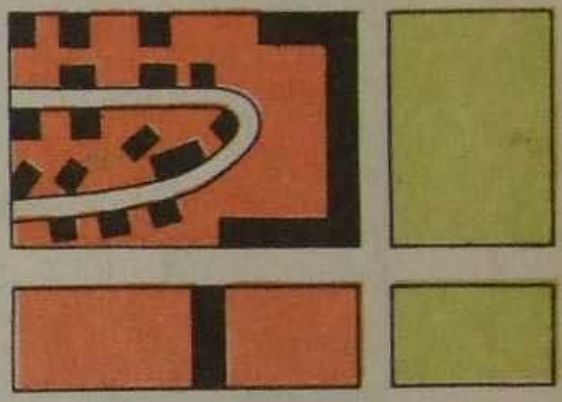
6.3 Reprezentarea localităţilor

La reprezentarea localităţilor pe hărţile topografice la scările 1:25 000, 1:50 000 şi 1:100 000 se redau caracteristica acestora, densitatea construcţiilor, prezenţa construcţiilor mari (uzine, fabrici, instituţii), existenţa comunicaţiilor, pieţelor, grădinilor, importanţa politico-administrativă etc.

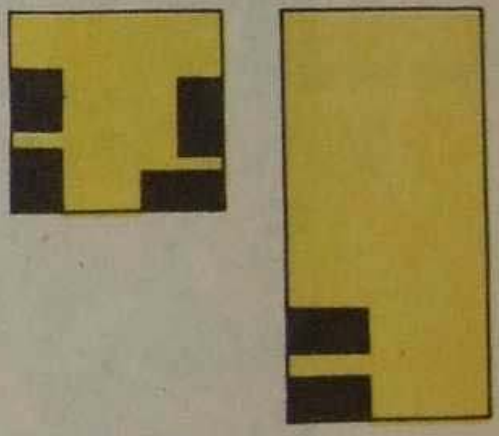
Toate construcţiile din interiorul localităţii sînt grupate în cvartale (sectoare, direcţii, străzi), care pe hartă apar colorate, în funcţie de caracterul lor (cu oranj cvartalele în care predomină clădirile rezistente la foc, cu galben cvartalele în care predomină clădirile nerezistente la foc), astfel:

ÎN TEREN

PE HARTĂ



Cvartale în care predomină clădirile rezistente la foc



Cvartale în care predomină clădirile nerezistente la foc

Cvartale cu clădiri distruse

Aspectul general al reprezentării unei localități, pe harta la scară mare este următorul:

Lîngă reprezentarea grafică a localității este scrisă denumirea acesteia, iar dacă localitatea este reședință de județ sau de comună, sub denumirea localității este trecută inscripția prescurtată a organului local al puterii de

stat (consiliu popular comunal, orășenesc etc.). Se scot în evidență următoarele categorii de localități:

— orașele;

— localitățile de tip orășenesc (localitățile muncitorești, stațiunile balneare și climaterice);

— localitățile de pe lîngă întreprinderile industriale, stațiile de cale ferată, debarcaderele etc.;

— localitățile (cartierele) de vile;

— localitățile de tip rural (comune, sate, cătune, așezările întreprinderilor agricole de stat etc.).

Categoria localității se scoate în evidență prin caracterul și mărimea denumirii și prin numărul de case, care se scrie sub denumire.

După densitatea populației localitățile se împart în:

— Orașe cu:

— peste 1 000 000 de locuitori;
— de la 500 000 pînă la 1 000 000 de locuitori;
— de la 100 000 pînă la 500 000 de locuitori;
— de la 50 000 pînă la 100 000 de locuitori;
— de la 10 000 pînă la 50 000 de locuitori;
— de la 2 000 pînă la 10 000 de locuitori;
— sub 2 000 locuitori.

— Localități de tip orășenesc cu:

— peste 5 000 de locuitori;
— sub 5 000 de locuitori.

— Localități pe lîngă întreprinderile industriale, stațiile de cale ferată, debarcadere etc. cu:

— peste 1 000 de locuitori;
— de la 100 pînă la 1 000 de locuitori;
— sub 100 de locuitori.

— Localități (cartiere) de vile cu:

— mai mult de 200 de case;
— sub 200 de case.

— Localități de tip rural cu:

— mai mult de 200 de case;
— de la 100 pînă la 200 de case;
— de la 20 pînă la 100 de case;
— sub 20 de case;
— curți (case de locuit) izolate.

După importanța politico-administrativă pe hartă sînt scoase în evidență capitala Republicii Socialiste România, municipiile, orașele reședință de județ și localitățile reședință ale consiliilor populare comunale.

Dacă localitatea reprezintă centrul a două sau mai multe unități administrative, pe hartă este redată importanța sa administrativă de ordin superior.

Așa cum s-a arătat, categoria se scoate în evidență prin caracterul și mărimea scrierii denumirii, ținîndu-se seama și de scara hărții. De exemplu, pentru scara 1:25 000 se folosesc următoarele caractere de scriere:

— peste 1 000 000 de locuitori **BUCUREȘTI**

— de la 500 000 la 1 000 000 de locuitori **GALAȚI**

— de la 100 000 la 500 000 de locuitori **CLUJ**

— de la 50 000 la 100 000 de locuitori **ARAD**

— de la 10 000 la 50 000 de locuitori **FOCȘANI**

— de la 2 000 la 10 000 de locuitori **HUEDIN**

— sub 2 000 de locuitori **CÎMPENI**

Se poate observa că, cu cît caracterul unei inscripții este mai mare, cu atît localitatea este mai importantă din punct de vedere administrativ sau al numărului populației.

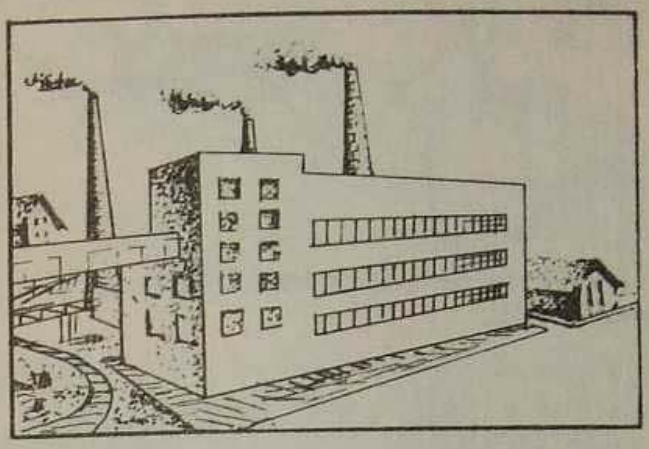
6.4 Reprezentarea construcțiilor industriale, agricole și social-culturale

Pe hărțile topografice militare la scările 1:25 000, 1:50 000 și 1:100 000 sînt reprezentate toate întreprinderile, construcțiile industriale, agricole și social-culturale, cu excepția celor care se reprezintă, prin generalizare, în cvartale.

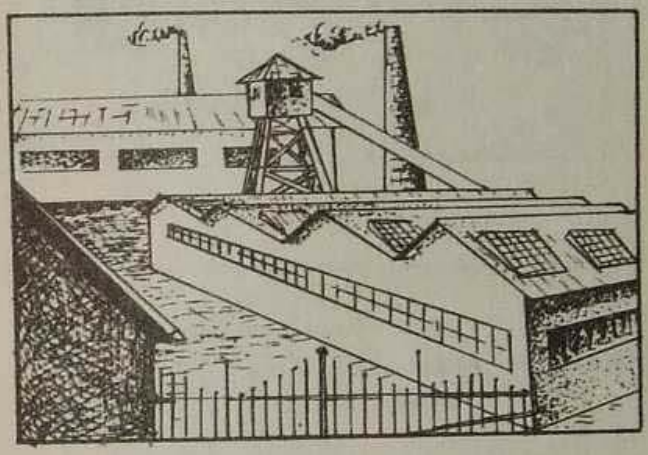
Toate obiectivele a căror suprafață (la scara hărții) nu depășește dimensiunile semnului convențional sînt reprezentate cu acest semn, iar cînd suprafața este mai mare, sînt reprezentate la scară cu semnul convențional de clădire sau construcție. Coșurile uzinelor și ale fabricilor care se reprezintă la scară sînt reprezentate cu semn convențional special; cînd numărul coșurilor este mare, sînt reprezentate cele mai înalte sau acelea care constituie

repere de orientare. Se dau mai jos cîteva exemplificări cu privire la modul de reprezentare a unor asemenea obiective:

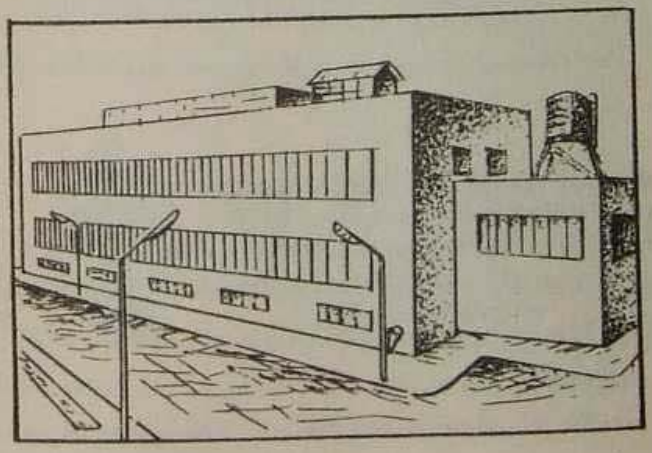
ÎN TEREN PE HARTĂ



Coșuri de fabrici și de uzine



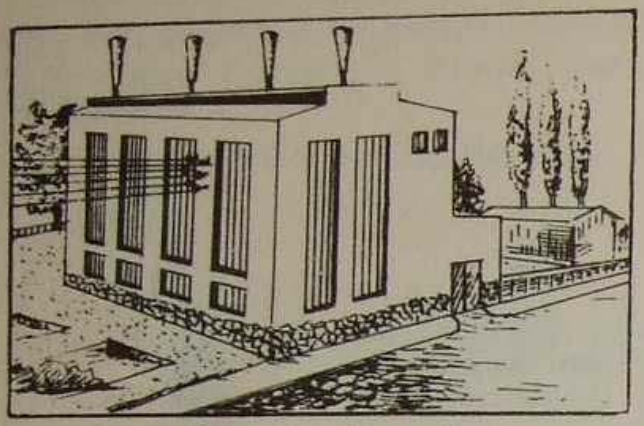
Fabrici, uzine și mori cu coșuri ce nu se pot reprezenta la scara hărții

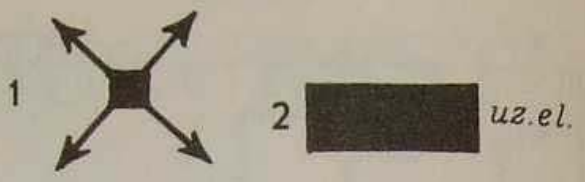


Fabrici, uzine și mori fără coșuri

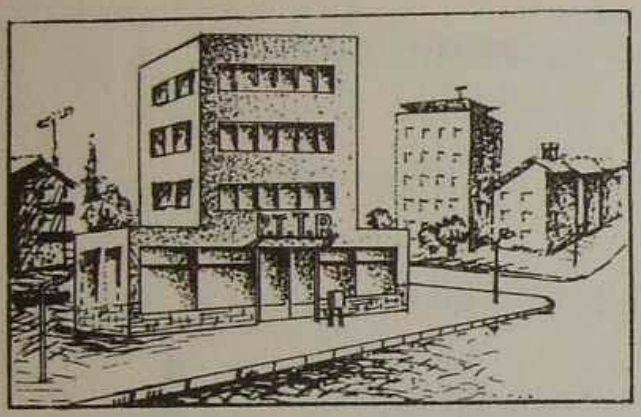
ÎN TEREN

PE HARTĂ

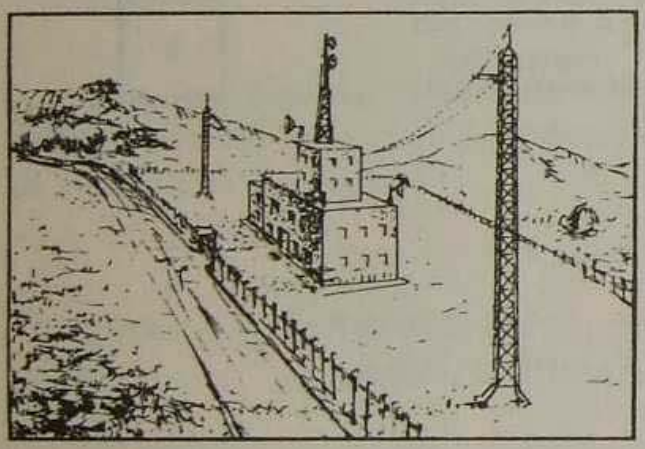




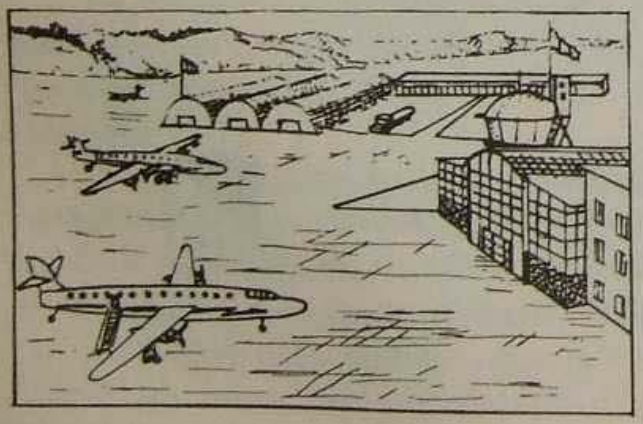
Centrale (uzine) electrice; (1 — nu se pot reprezenta la scara hărții; 2 — se pot reprezenta la scara hărții)



Oficii telefonice, telegrafice și radiotelegrafice

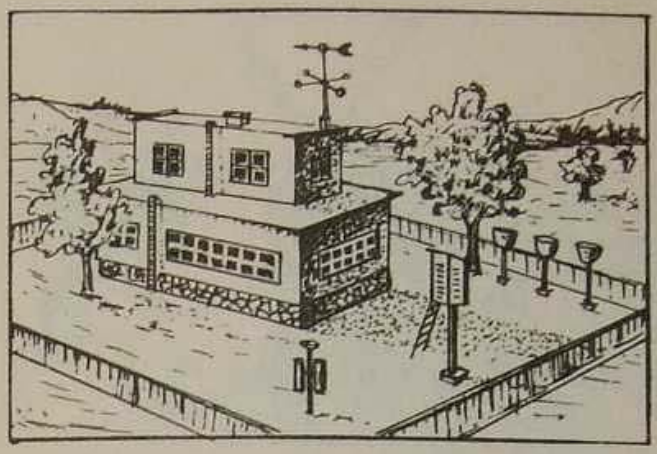


Stații de radio sau televiziune

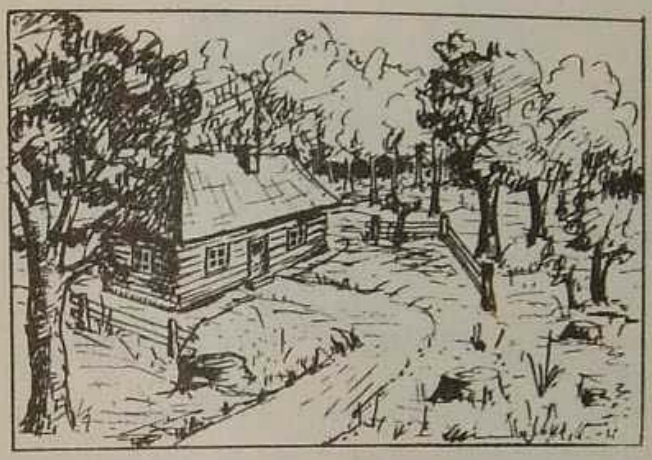


Aerodromuri sau hidroscale (unde sînt doar locuri pentru aterizare se folosește numai conturul aceluiași semn convențional)

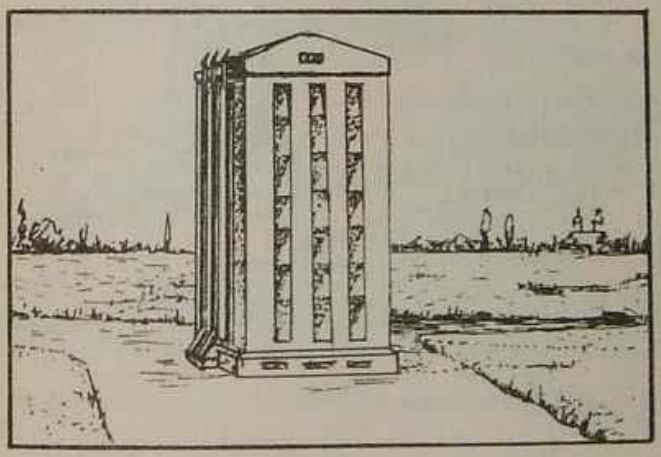
ÎN TEREN PE HARTĂ



Staţii meteorologice



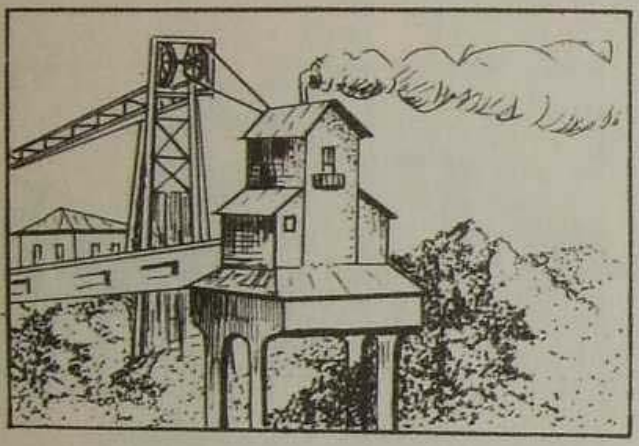
Case de pădurar



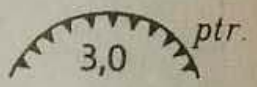
Silozuri şi construcţii masive în formă de turn (turnuri de observare, castele de apă etc.)

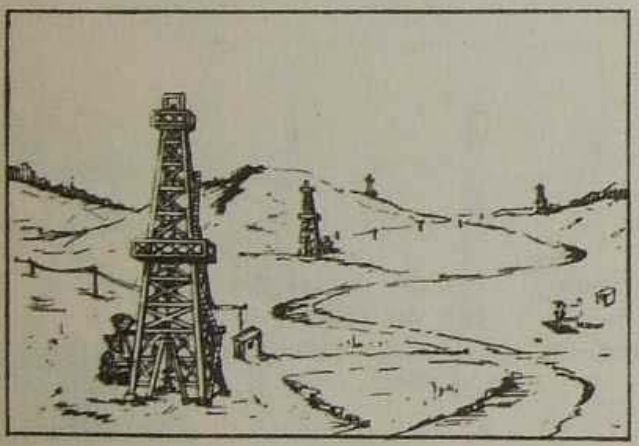
Pe hărţile topografice mai sînt reprezentate locurile de exploatare la suprafaţă a bogăţiilor naturale (cariere de nisip, de piatră, exploatări de turbă etc.), sondele de petrol sau de gaze, depozitele de carburanţi şi altele. Toate acestea sînt reprezentate fie prin contur, cînd au suprafaţa mare (şi deci se pot reprezenta la scara hărţii), fie cu semne convenţionale, cînd nu se pot reprezenta la scara hărţii, astfel:

Mine și puțuri de mine în exploatare (pentru cele care nu sînt în exploatare semnul convențional se rotește cu 180°)



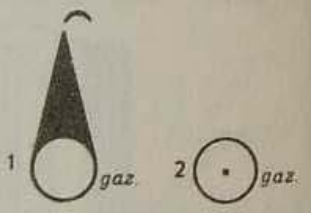
Exploatări la suprafață de nisip, pietriș etc. (cifra reprezintă adîncimea carierei)

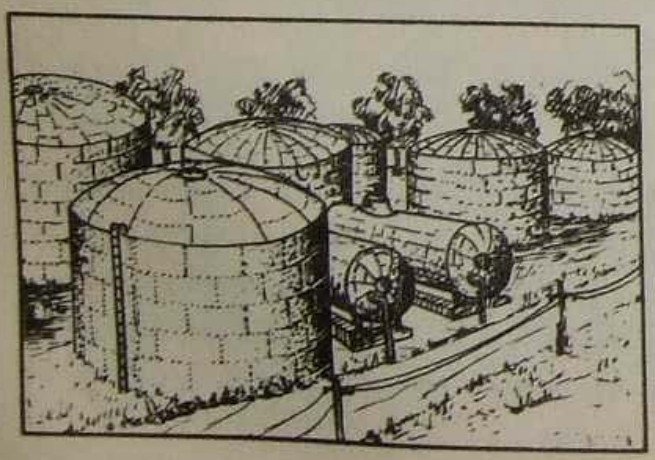




Sonde de petrol sau gaze

1 — cu turle;
2 — fără turle

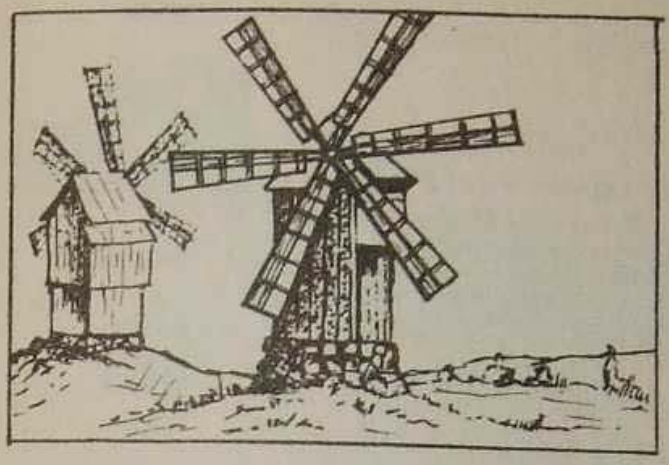




Depozite de carburanți sau rezervoare de gaze

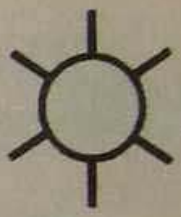
ÎN TEREN

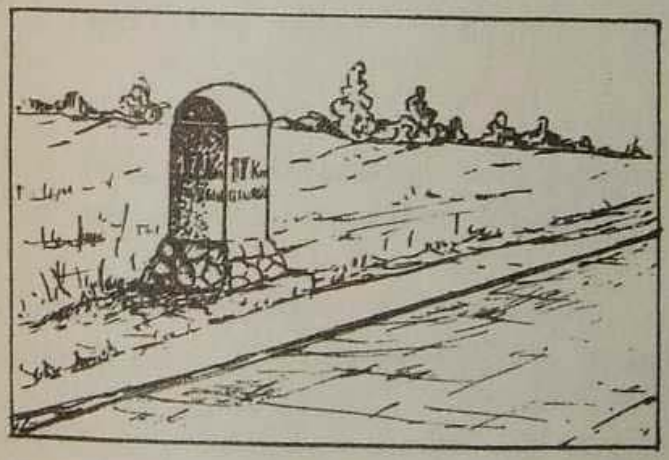
PE HARTĂ



Mori acţionate de vînt

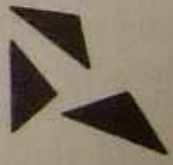
Mori şi gatere acţionate de apă





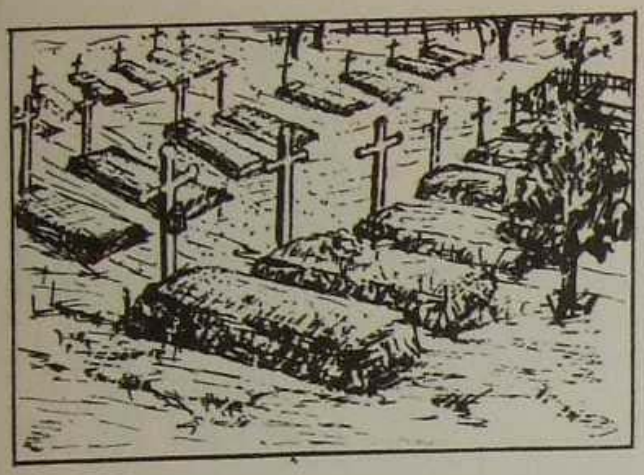
Pietre kilometrice

Îngrămădiri de pietre



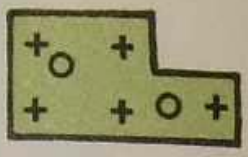
ÎN TEREN

PE HARTĂ

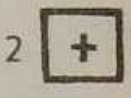


Cimitire cu sau fără pomi

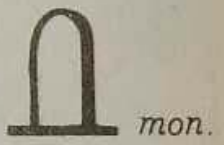
1 – reprezentate la scara hărții;
2 – nu se pot reprezenta la scara hărții: în cazul cînd cimitirele au și pomi, interiorul semnelor se colorează în verde



2



Monumente proeminente



Lîngă semnele convenționale ale construcțiilor industriale, agricole și social-culturale sînt trecute inscripțiile care indică felul obiectului sau al producției.

Pentru stațiile de reparații tehnice, întreprinderile agricole de stat, C.A.P. și altele care, în general, sînt situate în afara localităților, reprezentarea pe hartă este însoțită de inscripții explicative, ca de exemplu: S.R.T. „30 DECEMBRIE“ (Stația de reparații tehnice „30 Decembrie“), A.M.T. „VIITORUL“ (Atelierele de reparații mașini și tractoare „Viitorul“) și altele.

Dacă obiectivele indicate sînt situate în interiorul localităților, iar inscripția nu se poate plasa lîngă semnul convențional, atunci pentru localitățile de tip rural este trecută inscripția sub denumirea localității, iar pentru orașe și localități de tip orășenesc inscripția nu mai este trecută.

De asemenea, școlile, spitalele, sanatoriile, casele de odihnă, stațiile meteorologice, instituțiile de cercetări științifice, gospodăriile de experimentare, gospodăriile anexă, ocoalele silvice etc. sînt reprezentate toate și sînt însoțite de inscripții corespunzătoare.

6.5 Reprezentarea conductelor, împrejmuirilor, rambleelor, debleurilor şi limitelor

Din categoria elementelor reprezentate pe hărţile topografice fac parte şi liniile electrice şi de transmisiuni, conductele, împrejmuirile, rambleele, debleurile şi limitele.

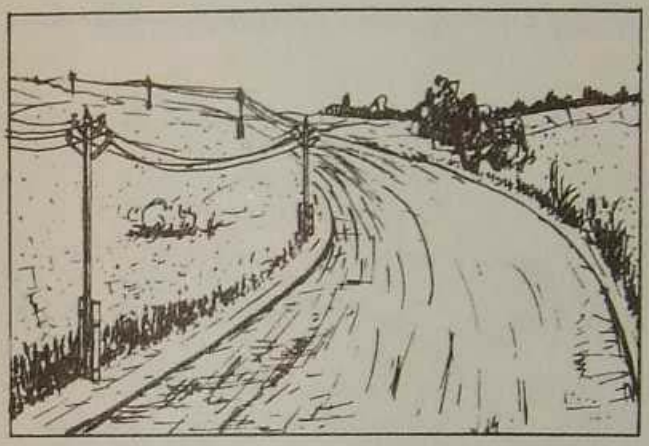
Liniile electrice sînt grupate în două categorii:

— linii electrice pe stîlpi de lemn;

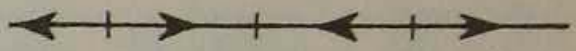
— linii electrice pe stîlpi metalici sau de beton.

Acestea sînt redate astfel:

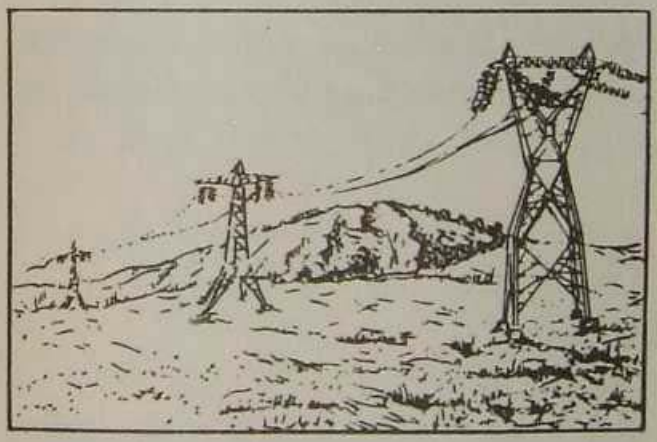
ÎN TEREN

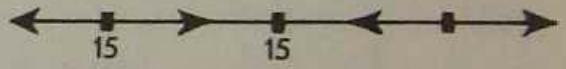


PE HARTĂ



Linii electrice pe stîlpi de lemn



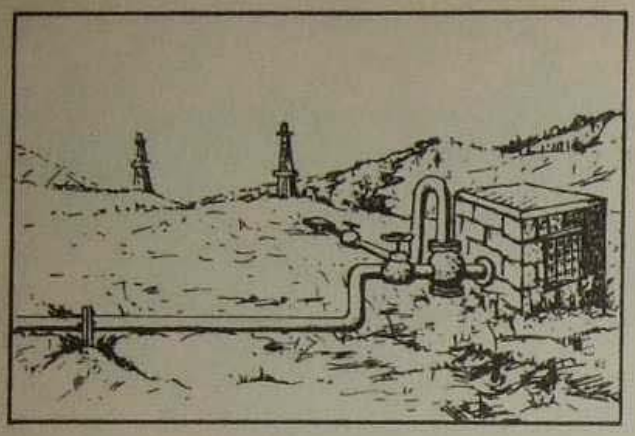


Linii electrice pe stîlpi metalici (cifrele reprezintă înălţimea stîlpilor în m)

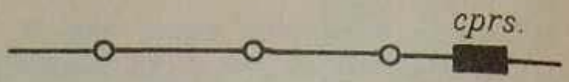
În interiorul localităţilor liniile de transmisiuni şi electrice nu sînt reprezentate pe hartă. Dacă în afara localităţilor liniile electrice sau de transmisiuni se apropie de şosea şi apoi urmează traseul ei, paralel cu semnul şoselei se reprezintă numai o porţiune mică a acestora (1-2 cm), prin porţiunile întrerupte înţelegîndu-se paralelismul; ele se reprezintă în acea parte a drumului pe care sînt în realitate.

În ceea ce priveşte conductele, acestea sînt redate astfel:

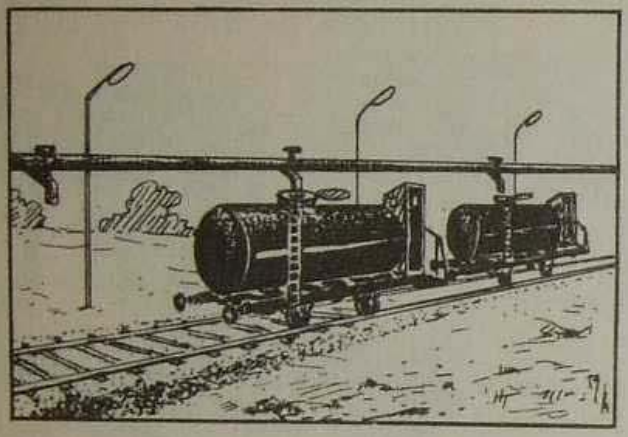
ÎN TEREN

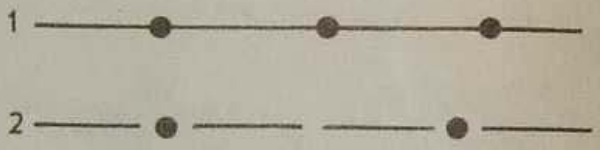


PE HARTĂ



Conducte de gaze cu staţii de compresare





Conducte de petrol (*1* — la suprafaţă; *2* — subterane)

În interiorul localităţilor conductele de gaze şi de petrol nu sînt reprezentate.

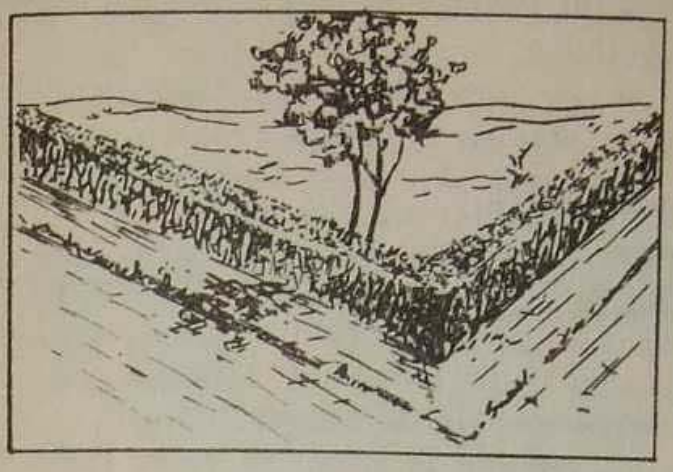
Pe hartă sînt reprezentate şi diferitele împrejmuiri de piatră, cărămidă, garduri de metal şi garduri vii, atunci cînd lungimea acestora este de cel puţin 5 mm la scara hărţii, astfel:

ÎN TEREN

PE HARTĂ

Ziduri de piatră, cărămidă şi garduri de fier consolidate

ÎN TEREN

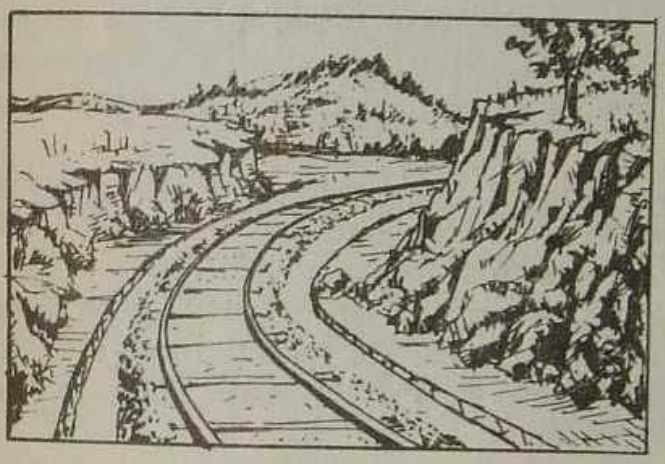


PE HARTĂ

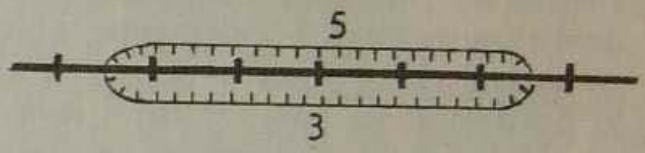
Garduri vii

Deseori drumurile sînt însoţite de umpluturi (ramblee) şi săpături (debleuri). Acestea sînt redate astfel:

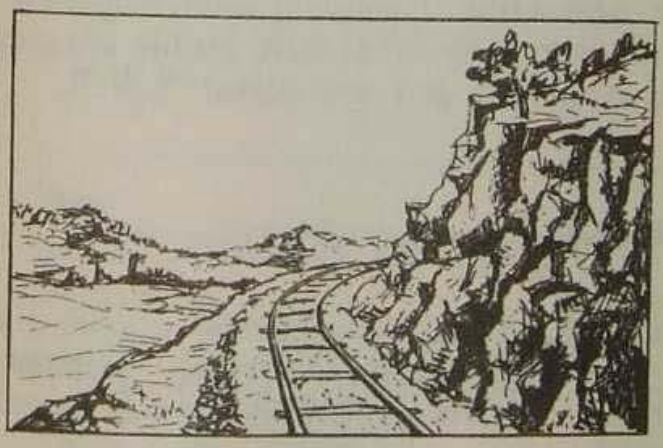
ÎN TEREN



PE HARTĂ



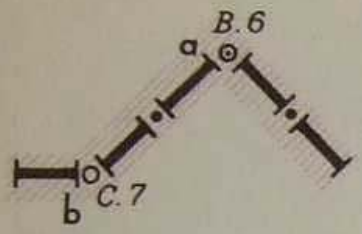
Debleuri de-a lungul unei căi ferate simple (cifra reprezintă adîncimea debleului în m)



Rambleu şi debleu de-a lungul unei căi ferate simple (cifrele reprezintă înălţimea şi respectiv adîncimea în m)

Rambleele şi debleurile sînt reprezentate pe partea căilor de comunicaţii de-a lungul cărora se află în realitate.

Limitele (frontierele) sînt reprezentate pe harta topografică, ţinîndu-se cont de documentele oficiale cele mai recente. Acestea se reprezintă în modul următor:

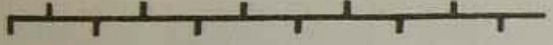


Frontiere de stat:

a — borne de frontieră;

b — stîlpi de frontieră (B 6 şi C 7 este numerotarea semnelor de frontieră)

Limite de judeţe



Limitele teritoriilor naturale rezervate

Dacă frontierele sau limitele sînt situate de-a lungul rîurilor, canalelor, drumurilor, digurilor, somierelor etc., sînt reprezentate întrerupt, prin grupe de elemente (cîte 3-5 elemente în grupă), la schimbările de direcţie ale acestor contururi, la 4-6 cm o grupă de alta, pentru ca reprezentarea frontierei sau a limitei să se poată urmări uşor.

Semnul convenţional al frontierei sau al limitei este reprezentat pe partea conturului unde există în realitate. În cazul cînd frontiera sau limita se confundă cu alte contururi şi nu poate fi reprezentată pe locul său, este reprezentată prin grupe de 3-5 elemente dispuse alternativ pe o parte şi pe alta a conturului. Dacă frontiera sau limita este situată pe cursul navigabil al unui rîu reprezentat prin două linii, aceasta este redată întrerupt, prin grupe de 3-5 elemente, între liniile malurilor.

De asemenea, pe hărţi sînt scoase în evidenţă teritoriile naturale rezervate ale statului, care sînt reprezentate prin semnul convenţional respectiv. În interiorul conturului sînt scrise denumirea proprie a teritoriului natural rezervat şi inscripţia „Teritoriu natural rezervat" sau prescurtat T.N.R.

6.6 Reprezentarea reţelei de comunicaţii

Pentru hărţile topografice militare comunicaţiile constituie elementele principale, acestea avînd o importanţă deosebită pentru deplasarea trupelor. Datorită acestui fapt la reprezentarea reţelei de comunicaţii s-a ţinut seama de o serie de condiţii de bază şi anume:

— redarea clară a categoriei şi a stării fiecărei comunicaţii;

— concordanţa între configuraţia şi traseul comunicaţiilor şi reprezentarea lor pe hartă;

— reprezentarea precisă a porțiunilor de comunicații la poduri, vaduri, în locurile unde ocolirea nu este posibilă;

— alegerea corectă a comunicațiilor de categorie inferioară, în special în regiunile unde ele sînt căi de comunicații principale;

— reprezentarea detaliată a construcțiilor anexă ale comunicațiilor, care constituie repere de orientare.

La reprezentarea comunicațiilor s-a avut în vedere ca axul semnului convențional să coincidă cu axul comunicației din teren. Dacă sînt situații cînd comunicația trece alături de alt element, a cărui poziție trebuie reprezentată precis (malul unui rîu, lac etc.), semnul convențional al comunicației este deplasat în așa fel, încît cele două elemente să nu se suprapună.

Pentru reprezentarea pe hartă căile de comunicații sînt clasificate în două mari categorii și anume:

— căi ferate și alte linii de comunicații pe șine;

— șosele și drumuri.

6.6.1 Reprezentarea căilor ferate

Căile ferate sînt clasificate astfel:

— după lățimea ecartamentului: normale și înguste;

— după numărul liniilor: simple, duble, triple etc.;

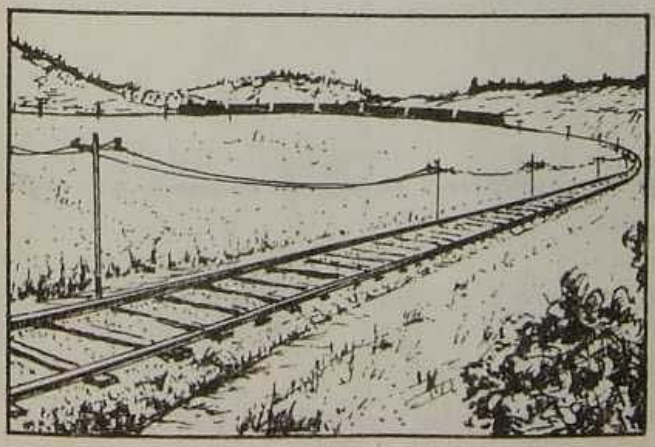
— după felul tracțiunii: electrificate, cu aburi etc.;

— după stare: în exploatare, în construcție și terasamente fără șine.

Din această categorie fac parte și liniile de tramvai, de troleibuz, căile ferate suspendate, metrourile, funicularele și telefericele.

Căile ferate, cu excepția terasamentelor fără șine și a liniilor de tramvai sau de troleibuz, sînt reprezentate toate pe hartă, indiferent de densitatea rețelei de comunicații. Pe căile ferate sînt trecute toate construcțiile anexe și anume stațiile de cale ferată, cantoanele, haltele, tunelurile etc. Reprezentarea lor apare în felul următor:

ÎN TEREN

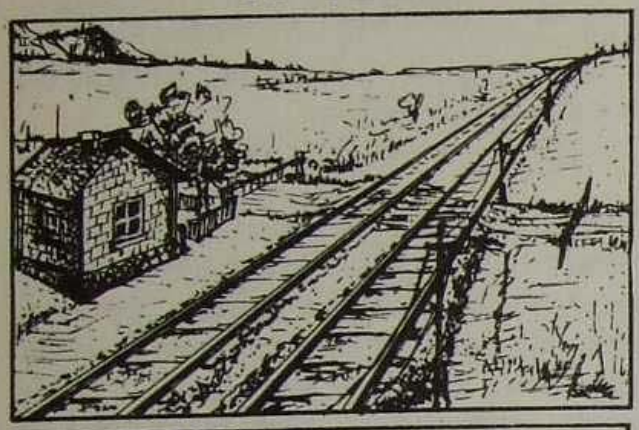


PE HARTĂ

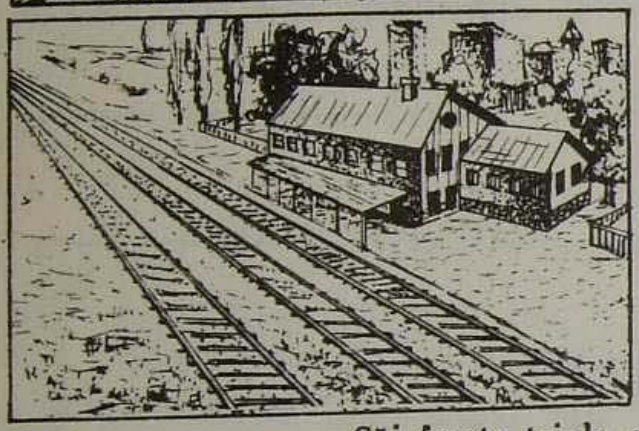
Căi ferate simple cu ecartament normal

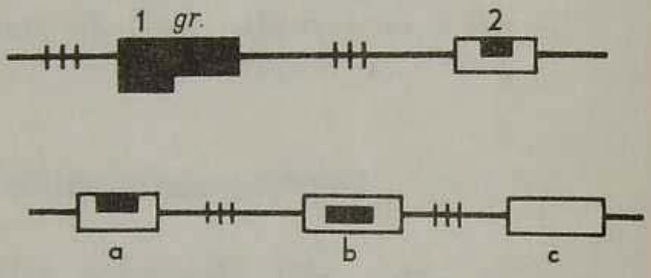
ÎN TEREN

PE HARTĂ



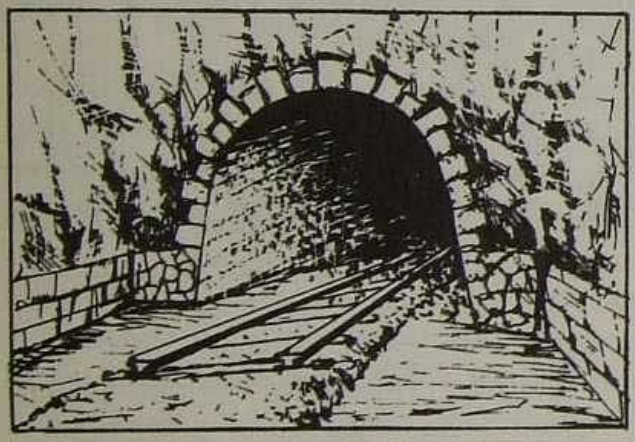
Căi ferate duble cu ecartament normal (C — canton)

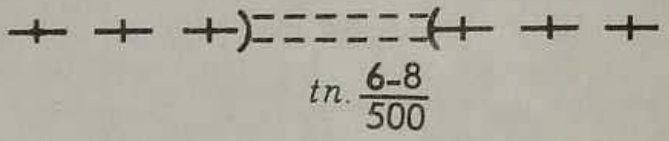




Căi ferate triple cu ecartament normal

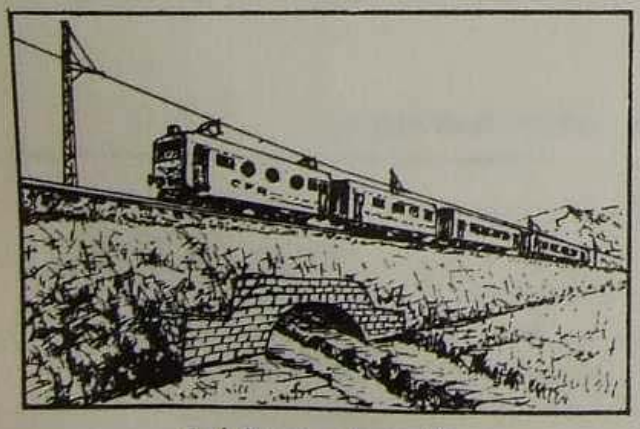
staţii: *1* — se pot reprezenta la scara hărţii; *2* — nu se pot reprezenta la scara hărţii; *a* — poziţia gării lateral de linii; *b* — poziţia gării între linii; *c* — poziţia gării, necunoscută

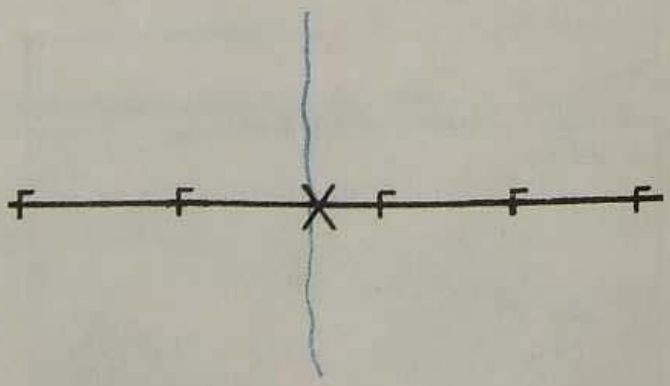




Căi ferate cu ecartament normal în construcţie

(tunel: *la numărător* — înălţimea şi lăţimea tunelului în m; *la numitor*—lungimea în m)





Căi ferate electrificate cu ecartament normal (linie simplă şi podeţ tubular)

Rambleele şi debleurile pe căile ferate sînt reprezentate cu semnul convenţional corespunzător şi în funcţie de scara hărţii, astfel: la scara 1 : 25 000 şi 1 : 50 000, toate care au înălţimea sau adîncimea peste 1 m; la scara 1 : 100 000, toate care au înălţimea sau adîncimea peste 2 m; la scara 1 : 200 000, toate care au înălţimea sau adîncimea peste 3 m. Lungimea acestor ramblee sau debleuri trebuie să fie peste 3 mm la scara hărţii.

De asemenea, plantaţiile de-a lungul căilor ferate sînt reprezentate în întregime.

6.6.2 **Reprezentarea drumurilor**

Drumurile pentru tracţiune auto şi animală sînt reprezentate pe hartă în funcţie de starea lor, împărţindu-se în următoarele categorii:

Denumirea drumurilor	Caracteristicile drumurilor
Autostrăzi	— Drumuri cu fundaţie tare şi cu acoperire rezistentă din asfalt-beton sau ciment-beton, cu lăţimea totală a benzilor carosabile peste 14 m; intersecţiile lor cu alte drumuri sînt la niveluri diferite.
Şosele modernizate	— Drumuri cu fundaţie tare, acoperite cu asfalt-ciment-beton, precum şi cu piatră spartă sau pietriş impregnat cu substanţe liante, cu lăţimea părţii carosabile peste 6 m.
Şosele	— Drumuri cu fundaţie de piatră, nisip sau pămînt tare, acoperite cu pietriş, piatră spartă sau zgură compresate prin cilindrare, precum şi drumurile pavate cu bolovani sau piatră brută; sînt practicabile pentru circulaţie auto tot timpul anului.
Drumuri naturale îmbunătăţite	— Drumuri profilate, care se repară în mod sistematic, dar nu au fundaţie şi acoperire rezistentă; partea carosabilă poate fi îmbunătăţită cu diferite adaosuri (pietriş, piatră spartă, nisip etc.) sau impregnată cu substanţe liante; pe aceste drumuri este posibilă circulaţia mijloacelor de transport auto de tonaj mediu, în majoritatea timpului anului.
Drumuri naturale (vicinale)	— Drumuri neprofilate, fără acoperire, bătătorite prin circulaţia vehiculelor, carosabilitatea lor depinzînd de caracterul solului şi de condiţiile climatice de sezon
Drumuri de exploatare pe cîmp sau prin pădure	— Drumuri naturale, pe care circulaţia mijloacelor de transport auto şi animală se face periodic, mai ales în timpul muncilor agricole sau de exploatare a pădurilor; uneori servesc drept arteră de legătură secundară între localităţi.

Denumirea drumurilor	Caracteristicile drumurilor
Drumuri acoperite cu lemn	— Drumuri acoperite cu scînduri sau cu plăci de lemn aşezate pe traverse, precum şi din bîrne sau bucăţi de lemn aşezate pe pămînt.
Drumuri de iarnă	— Drumuri provizorii care trec prin mlaştini, lacuri, albiile rîurilor, golfuri şi strîmtori care au îngheţat.
Drumuri de caravane sau poteci pentru transporturi samarizate	— Sînt căi principale în regiunile muntoase şi pustiuri, care se folosesc pentru transporturi samarizate (drumurile de caravane pot fi folosite şi pentru transportul cu tracţiune auto şi animală); potecile pentru transporturi samarizate, de regulă, nu pot fi folosite pentru transportul cu tracţiune auto şi animală.
Poteci de picior	— Sînt cele mai simple căi pentru circulaţia oamenilor.
Poteci de plajă	— Căi accesibile pentru circulaţia oamenilor numai pe timpul refluxului.

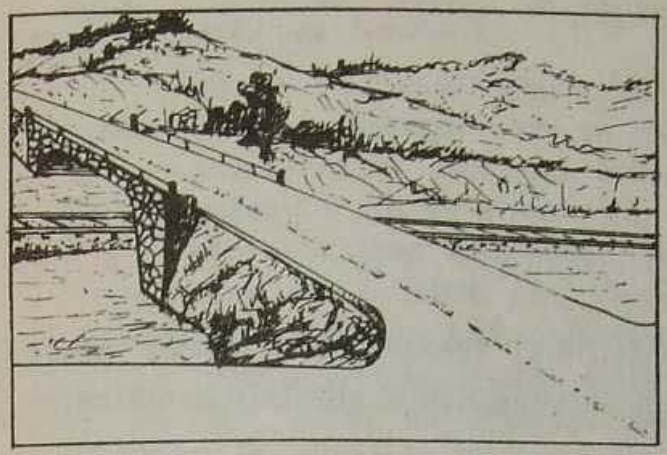
Autostrăzile, şoselele modernizate, şoselele şi drumurile naturale îmbunătăţite sînt reprezentate toate pe hartă, indiferent de densitatea reţelei de drumuri; celelalte categorii de drumuri sînt reprezentate la alegere. Totuşi, în regiunile cu o reţea de drumuri slab dezvoltată sînt reprezentate toate categoriile de drumuri, iar în regiunile greu accesibile sînt reprezentate şi toate potecile.

La reprezentarea drumurilor pentru tracţiune auto şi animală se scot în evidenţă toate caracteristicile şi construcţiile anexe, ca: porţiunile unde panta depăşeşte 12%, sinuozităţile cu rază de curbură sub 25 m, porţiunile greu accesibile, porţiunile pe fascine, pe bîrne etc. De asemenea se reprezintă toate autogările, hotelurile şi clădirile de construcţie uşoară de pe marginea drumului, precum şi podurile, trecerile peste obstacole, bacurile, tunelurile, rambleele şi debleurile, pietrele kilometrice, trecătorile etc.

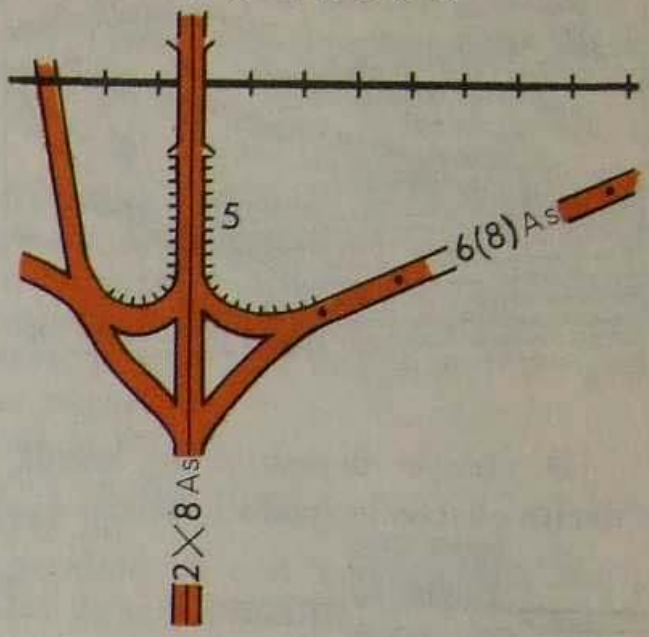
Pe şoselele şi drumurile naturale îmbunătăţite sînt arătate, prin cifre dispuse în lungul axului acestora, lăţimea părţii carosabile în metri, lăţimea din şanţ în şanţ în metri, precum şi materialul de acoperire. Materialul de acoperire se arată cu inscripţii prescurtate, ca: As — asfalt, B— beton, Cln— clincher, Mc — macadam, P — piatră de rîu, Pr — prundiş, Ps — piatră spartă, Pv — pavele, Zg — zgură. Limita de schimbare a materialului de acoperire este marcată printr-o linie perpendiculară pe semnul convenţional al drumului, iar de ambele părţi ale acestei linii sînt trecute literele care indică materialul de acoperire.

Se dau mai jos cîteva exemple asupra modului cum se reprezintă căile de comunicaţie pentru tracţiune auto şi animală:

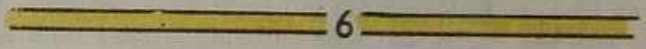
ÎN TEREN



PE HARTĂ



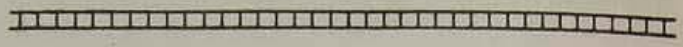
Autostradă cu intersecţie de cale ferată şi cu ieşiri în şosea modernizată şi şosele
2 — numărul benzilor pe autostradă; *8* — lăţimea unei benzi; As — materialul de acoperire; *6* — lăţimea părţii carosabile în metri; *8* — lăţimea şoselei din şanţ în şanţ în m; *5* — înălţimea relativă a rambleului în m



Drumuri naturale îmbunătăţite
6 — lăţimea din şanţ în şanţ

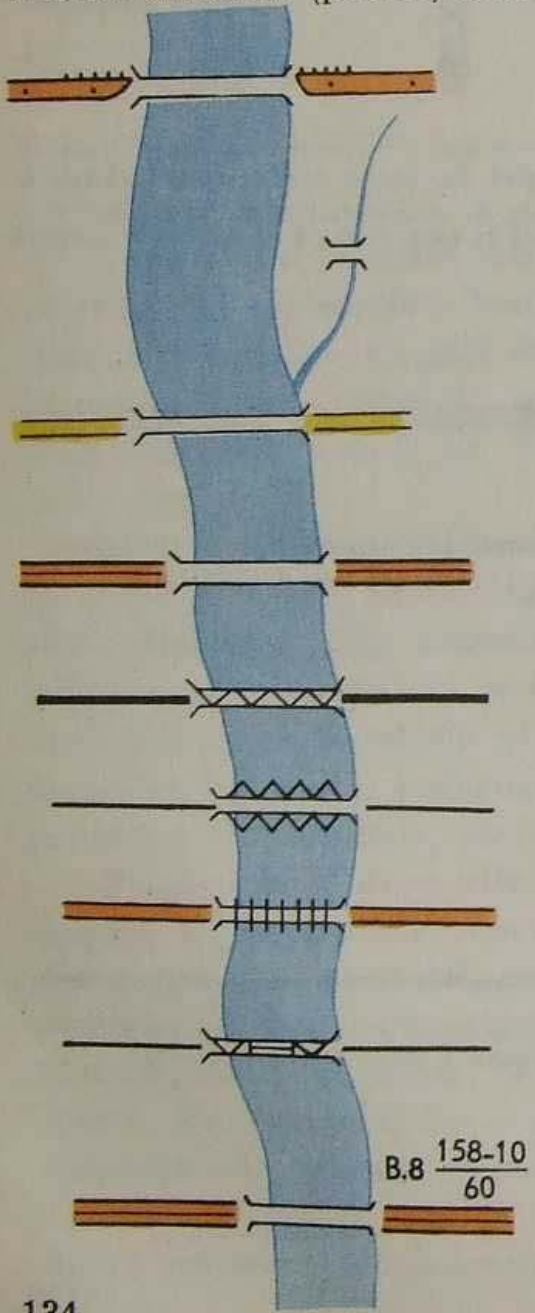
Drumuri naturale (vicinale)

ÎN TEREN PE HARTĂ



Drumuri acoperite cu lemn

O atenţie deosebită se acordă reprezentării trecerii drumurilor peste diferite obstacole (poduri, bacuri etc.), cum se vede din exemplele următoare:



Poduri cu etaj

Poduri care nu se pot reprezenta la scara hărţii

Poduri de lemn, care se pot reprezenta la scara hărţii

Poduri de piatră sau de beton armat

Poduri de fier

Poduri pe suporţi plutitori

Poduri suspendate cu lanţuri sau cu cabluri

Poduri de fier, cu dispozitiv de deschidere sau de ridicare

Date caracteristice pentru poduri pe şosele

B — materialul de construcţie;
8 — înălţimea faţă de nivelul apei în m; la numărător — lungimea şi lăţimea carosabilă a podului în metri; la numitor — tonajul

6.7 Reprezentarea hidrografiei

La reprezentarea elementelor hidrografice se ţine seama de faptul că rîurile, pîraiele, lacurile şi canalele au o importanţă deosebită din punct de vedere militar, ele putînd constitui importante obstacole pentru diferite acţiuni militare. Astfel, la reprezentarea lor, se respectă următoarele condiţii de bază:

— păstrarea caracteristicilor geografice ale tipului de mal, fără a se generaliza sinuozităţile care se pot reprezenta la scara hărţii;

— scoaterea în evidenţă a rîurilor principale în cadrul bazinului hidrografic respectiv şi al afluenţilor principali, precum şi a lacurilor;

— reprezentarea izvoarelor, în special în regiunile secetoase şi de deşert.

Funcţie de lăţimea lor, rîurile se împart în:

— rîuri înguste, avînd lăţimea pînă la 60 m;

— rîuri mijlocii, avînd lăţimea pînă la 300 m;

— rîuri late, cu lăţimea peste 300 m.

Rîurile, pîraiele şi canalele se reprezintă cu una sau cu două linii, în funcţie de lăţimea lor, conform tabelului de mai jos:

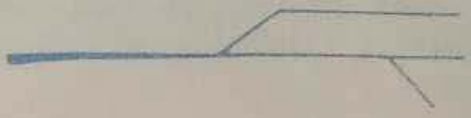
Reprezentarea rîurilor, pîraielor şi a canalelor	Lăţimea în metri şi reprezentarea lor la scările							
	1:25 000		1:50 000		1:100 000		1:200 000	
	Rîuri şi pîraie	Canale	Rîuri şi pîraie	Canale	Rîuri şi pîraie	Canale	Rîuri şi pîraie	Canale
Cu o linie	Sub 5 m	Sub 3 m	Sub 5 m	Sub 15 m	Sub 10 m	Sub 30 m	Sub 20 m	Sub 60 m
Cu două linii	Între 5-15 m	Între 3-15 m	Între 5-30 m	Între 15-30 m	Între 10-60 m	Între 30-60 m	Între 20-120 m	Între 60-120 m
Cu două linii şi păstrarea lăţimii reale	Peste 15 m		Peste 30 m		Peste 60 m		Peste 120 m	

Evident că lăţimea unui rîu se poate măsura pe hartă numai atunci cînd este reprezentat la scară.

Dăm mai jos cîteva exemple de reprezentare:

Rîuri şi pîraie care nu se pot reprezenta la scara hărţii

Rîuri şi pîraie care se pot reprezenta la scara hărţii

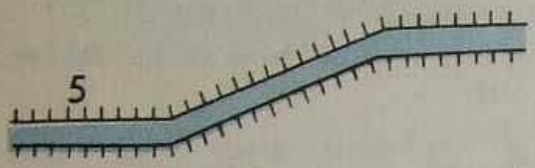


Canale şi şanţuri cu lăţimea sub 3 m

Canale care se pot reprezenta la scara hărții

Canale subterane

Canale în construcție



Rîuri canalizate, cu valuri de pămînt pe ambele părți sau pe o parte
(5 — înălțimea relativă în m)

Vadurile rîurilor și pîraielor, redate cu linie dublă, sînt reprezentate cu semnul convențional însoțit de inscripția „vd".

Pe rîuri, pîraie și canale sînt trecute următoarele date: lățimea în metri, adîncimea, natura fundului, direcția și viteza de curgere a apei. Toate aceste date, precum și cotele nivelului apelor, sînt reprezentate pe hartă în apropierea sau în interiorul acestora, după cum urmează:

Caracteristicile apelor curgătoare (la numărător — lățimea în m, la numitor — adîncimea și natura fundului)

Direcția de curgere și viteza apei în m/s

Cota nivelului apei (124,5 — înălțimea nivelului apei față de nivelul mării)

Pe hartă sînt reprezentate fîntînile de toate categoriile (arteziene, cu motor etc.) și izvoarele, în special în regiunile secetoase și lipsite de apă. Semnele convenționale ale fîntînilor sînt însoțite de inscripția F, adîncimea și cota, iar ale izvoarelor, de inscripția „IZV", astfel:

Fîntîni (51,5 — cota față de nivelul mării; 25 — adîncimea în m)

Fîntîni arteziene

Izvoare

În ceea ce privește construcțiile hidrotehnice, acestea sînt reprezentate cu semnele lor convenționale. Printre acestea se pot enumera: ecluzele, digurile, danele, locurile de acostare, porturile cu locuri de acostare, docurile, precum și semnele maritime de navigație ca: farurile, luminile de navigație, farurile plutitoare etc.

6.8 Reprezentarea reliefului

Reprezentarea reliefului pe hartă întîmpină dificultăți deosebite, care decurg, înainte de toate, din faptul că relieful este o formă stereometrică, care trebuie reprezentată în plan. Omul privește în natură relieful unei regiuni în perspectivă, în profil, pe cînd harta este o proiecție ortogonală, căreia i-ar corespunde mai mult vederea de sus.

De obicei, relieful unei suprafețe de teren oarecare este complex, foarte variat și uneori chiar complicat. Cu toate acestea, el trebuie să fie reprezentat pe hartă cît mai clar și plastic, astfel încît să se poată studia amploarea formelor sale și dimensiunile diferitelor neregularități ale terenului. Mai mult decît atît, relieful general al terenului este produsul de lungă durată al diferiților agenți fizico-geografici, care acționează fiecare după legea sa obiectivă. De aci necesitatea ca la reprezentarea reliefului, cei ce întocmesc harta să scoată la iveală rezultatul acțiunilor acestora, cu alte cuvinte să evidențieze trăsăturile esențiale ale reliefului.

Dificultățile la reprezentarea pe hartă a reliefului sînt multiple. Pentru exemplificare remarcăm aici numai faptul că pe hărțile la scara mare, de exemplu 1 : 2 000-1 : 5 000, se pot reprezenta o serie de detalii foarte mici ale neregularităților terenului, adică microrelieful; în același timp însă, pe hărțile la scara mică, de exemplu 1 : 200 000-1 : 500 000, datorită generalizării impuse de scară, nu se poate reprezenta decît numai ceea ce este caracteristic pentru peisajul dat, pentru condițiile fizico-geografice ale regiunii reprezentate, adică macrorelieful.

Prin orice metodă prin care se reprezintă relieful terenului este necesar ca modul respectiv de reprezentare să creeze posibilitatea rezolvării pe hartă a cel puțin următoarelor probleme:

— determinarea aspectului general al reliefului, reprezentarea formelor sale caracteristice și a pozițiilor relative în spațiu ale acestora;

— determinarea diferențelor de nivel relative;

— determinarea gradului de accidentare și de accesibilitate a terenului;

— determinarea pantei terenului.

Sînt cunoscute în tehnica cartografică mai multe modalități de reprezentare a reliefului pe hărți, ca metoda planului cotat, curbelor de nivel, perspectivă, hașurilor, tentelor, hipsometrică, stereoscopică și a hărților în relief. De asemenea, unele elemente ale reliefului se reprezintă prin semne convenționale. În cele ce urmează, ne vom ocupa mai pe larg de acele metode prin care, în mod curent, se reprezintă relieful pe hărțile topografice militare și anume metoda planului cotat și a curbelor de nivel, amintind pe scurt și caracteristicile celorlalte metode enumerate mai sus.

6.8.1 Metoda planului cotat

Această metodă constă în a scrie pe plan, în dreptul proiecției orizontale a fiecărui punct determinat, cota sa. Pentru a da o oarecare expresivitate planului cotat astfel obținut se obișnuiește să se traseze pe acesta și liniile caracteristice ale reliefului. Toate cotele înscrise pe hărți reprezintă altitudinea punctelor respective față de nivelul mării și constituie cote absolute.

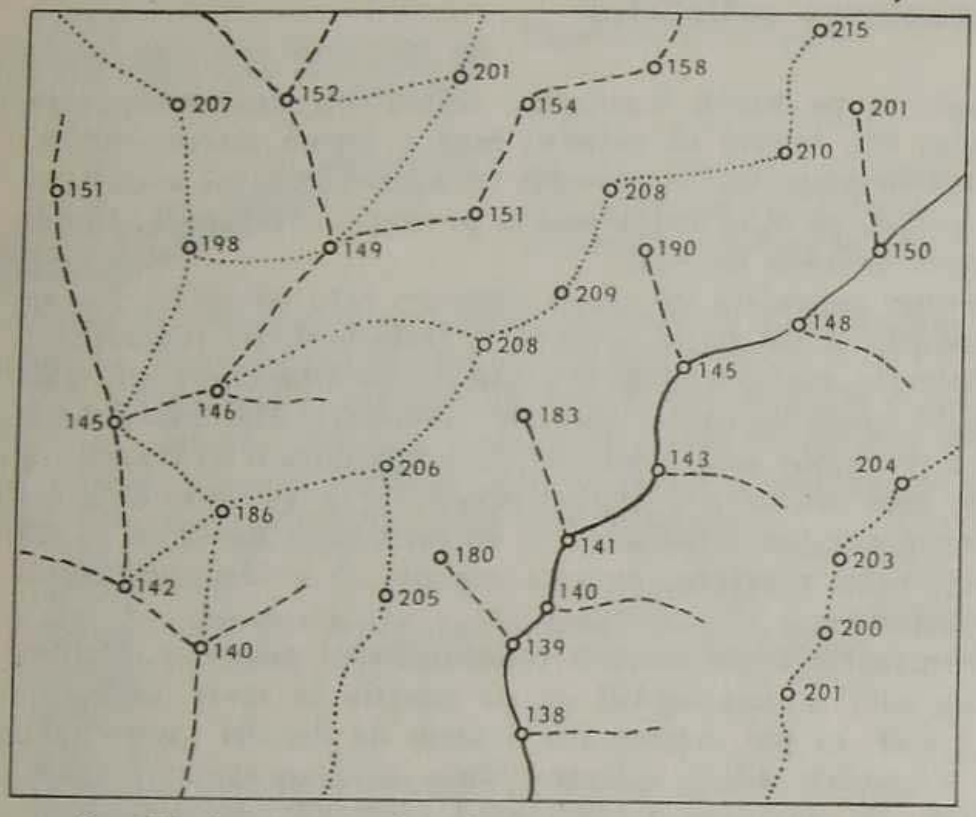


FIG. 81

Studiind cu atenție planul cotat din figura 81, după valorile cotelor și dispunerea reciprocă a liniilor caracteristice ale reliefului, se poate constata unde este mai înalt sau mai jos terenul. Însă unui astfel de plan îi lipsește o doză mare de expresivitate, plasticitatea este total inexistentă, iar formele de teren și amănuntele caracteristice ale neregularităților suprafeței terestre rămîn neclare.

Deși metoda planului cotat — în anumite limite — răspunde nevoilor unor lucrări de proiectare și are aplicații în lucrările de construcții și inginerești, această metodă, aplicată singură, nu satisface nici pe de parte nevoile militare. După cum vom vedea însă în cele ce urmează, combinată cu metoda curbelor de nivel, exigențele noastre specifice sînt total satisfăcute.

6.8.2 Metoda curbelor de nivel

Cea mai corespunzătoare metodă de reprezentare a reliefului pe hărțile topografice, cunoscută pînă în prezent, este metoda curbelor de nivel. Această metodă este sugestivă și plastică, orientarea din punctul de vedere al recunoașterii înălțimilor și adîncimilor făcîndu-se foarte repede, în urma unei scurte familiarizări cu modul respectiv de reprezentare.

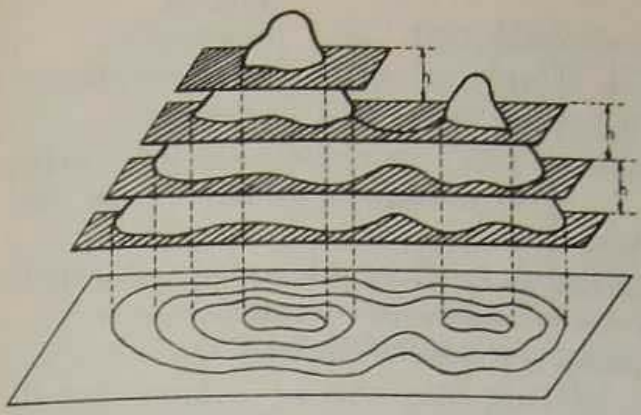


FIG. 82

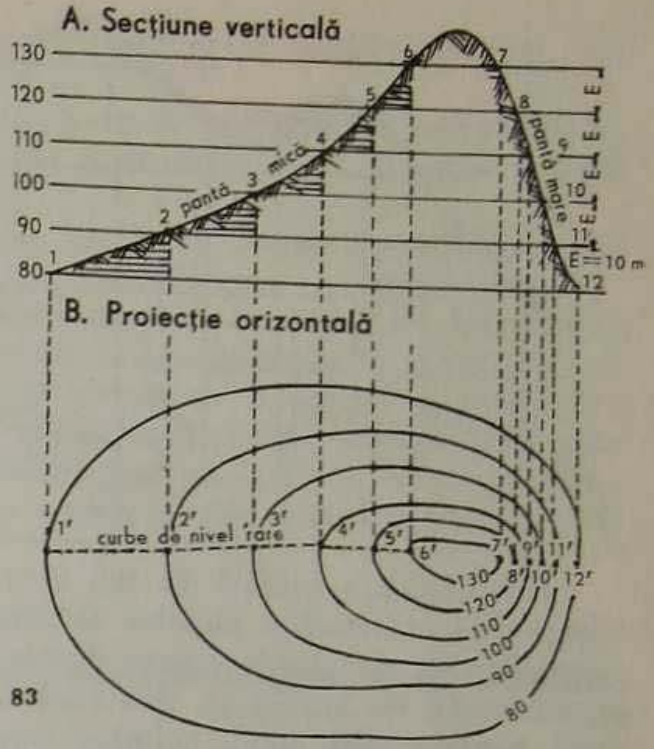


FIG. 83

Curba de nivel este locul geometric al punctelor de pe suprafața terestră ce au aceeași cotă. Un exemplu de curbă de nivel din natură este linia după care apele liniștite ale mărilor și lacurilor udă malurile lor sau linia de intersecție dintre suprafața terestră și nivelul apelor, în cazul unei inundații.

Curbele de nivel se obțin prin intersectarea imaginară a suprafeței terestre cu planuri de referință, situate la înălțimi succesive, la distanțe egale și paralele între ele (fig. 82). Curbele de nivel mai pot fi definite ca fiind proiecțiile orizontale ale secțiunilor terenului cu planuri orizontale duse la diferite înălțimi. Ele apar pe hărțile topografice ca orice altă figură de pe teren, în proiecția lor pe planul de proiecție și reduse la scara hărții, fiind figuri asemenea cu corespondentele lor de pe teren.

Distanța constantă, măsurată pe verticală între două suprafețe consecutive de secțiune, se numește *echidistanță naturală* și se notează cu E, iar echidistanța naturală redusă la scara hărții se numește *echidistanță grafică* și se notează cu e (fig. 83). Între ele există relația

$$e = \frac{E}{n}$$

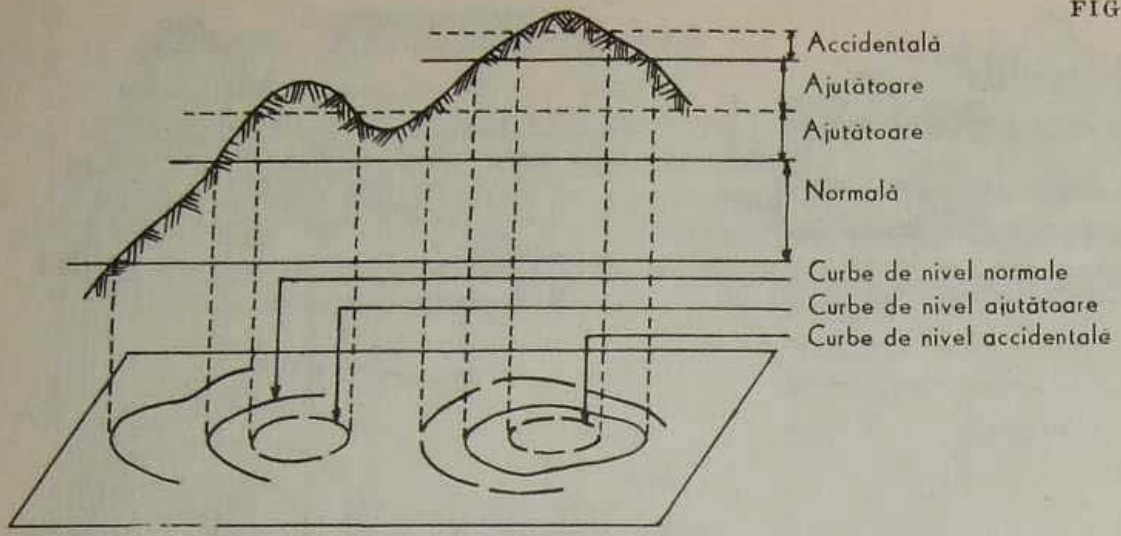
sau

$$E = n \cdot e,$$

în care n este numitorul scării hărții.

Echidistanța, de regulă, se alege în funcție de scara hărții și de accidentația terenului; cu cît scara este mai mică, cu atît echidistanța este mai mare și invers. Se ține însă seamă de faptul ca echidistanța grafică să nu fie mai mică de 0,2 mm, întrucît în acest caz curbele de nivel trasate pe hartă nu ar mai fi distincte, putîndu-se atinge între ele. Hărților topografice militare pe care le folosim li s-a stabilit în principiu o valoare a echidistanței grafice egală cu 0,2 mm.

FIG. 84



Echidistanța grafică de 0,2 mm corespunde bine reprezentării pe harta topografică militară a zonelor deluroase. Aceasta însă este prea mare pentru terenurile de șes (unde multe dintre formele de teren, fiind mici, nu pot fi reprezentate pe hartă) și, din contră, prea mică pentru regiunile muntoase, unde pantele sînt mari, aducînd neajunsul prin apropierea prea pronunțată a curbelor de nivel. În ambele cazuri se fixează o echidistanță astfel determinată, încît să permită redarea cît mai exactă și plastică a formelor de teren.

Adeseori, în vederea reprezentării mai amănunțite a reliefului, se întrebuințează și echidistanțe ajutătoare sau accidentale (fig. 84). Echidistanțele ajutătoare sînt situate la jumătatea echidistanței normale, iar cele accidentale se întrebuințează, indiferent de valoarea echidistanței normale, pentru a evidenția o formă de teren mică, dar caracteristică, a zonei reprezentate.

Curbele de nivel cu ajutorul cărora se reprezintă relieful pe hărțile topografice militare se clasifică astfel (fig. 85):

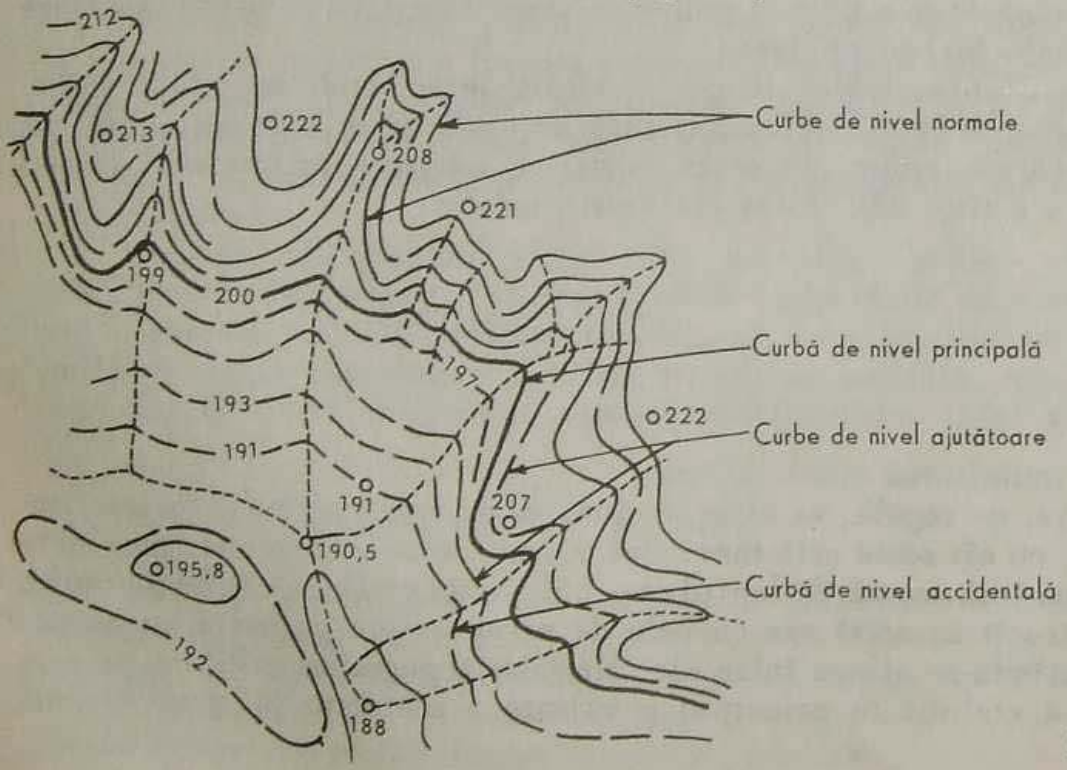


FIG. 85

— *normale*, care sînt desenate pe hartă prin linii subțiri continue, la echidistanța stabilită în funcție de scara hărții;

— *principale*, care sînt desenate pe hartă din 5 în 5 echidistanțe normale, prin linii continue mai groase (întotdeauna și la orice scară, a cincea curbă de nivel este principală);

— *ajutătoare*, care sînt desenate pe hartă la jumătatea echidistanței normale, prin linii subțiri întrerupte;

— *accidentale*, care sînt desenate pe hartă prin linii subțiri întrerupte, cu segmente mai mici decît ale celor ajutătoare. Aceste curbe de nivel se desenează numai pe anumite porțiuni, pentru a preciza o formă caracteristică sau complicată de relief, fără să se țină seamă de valoarea echidistanței normale. Pe aceste curbe de nivel se înscrie în mod obligatoriu valoarea corespunzătoare, întrucît aceasta nu este un multiplu din echidistanța normală adoptată, ci o valoare oarecare.

6.8.3 Reprezentarea pe hartă a formelor de relief prin curbe de nivel

Înainte de a ne ocupa de modul de reprezentare a reliefului prin curbe de nivel să facem cîteva considerații generale asupra reprezentării prin acest procedeu a unor forme geometrice.

În figura 86 s-au reprezentat prin curbe de nivel cîte un con drept și unul înclinat, cu bază circulară și eliptică, conurile avînd aceeași înălțime. Din desen se vede că, în cazul conului drept, curbele de nivel sînt reprezentate prin cercuri (respectiv elipse) concentrice, iar în cazul conului înclinat, acestea sînt amplasate excentric. De asemenea, se observă că la același unghi de înclinare a suprafeței obiectului reprezentat distanța dintre curbele de nivel este egală, iar acolo unde unghiul de înclinare este mai mare, curbele de nivel au tendința să se apropie. Această apropiere este direct proporțională cu mărimea unghiului de înclinare a suprafeței obiectului reprezentat.

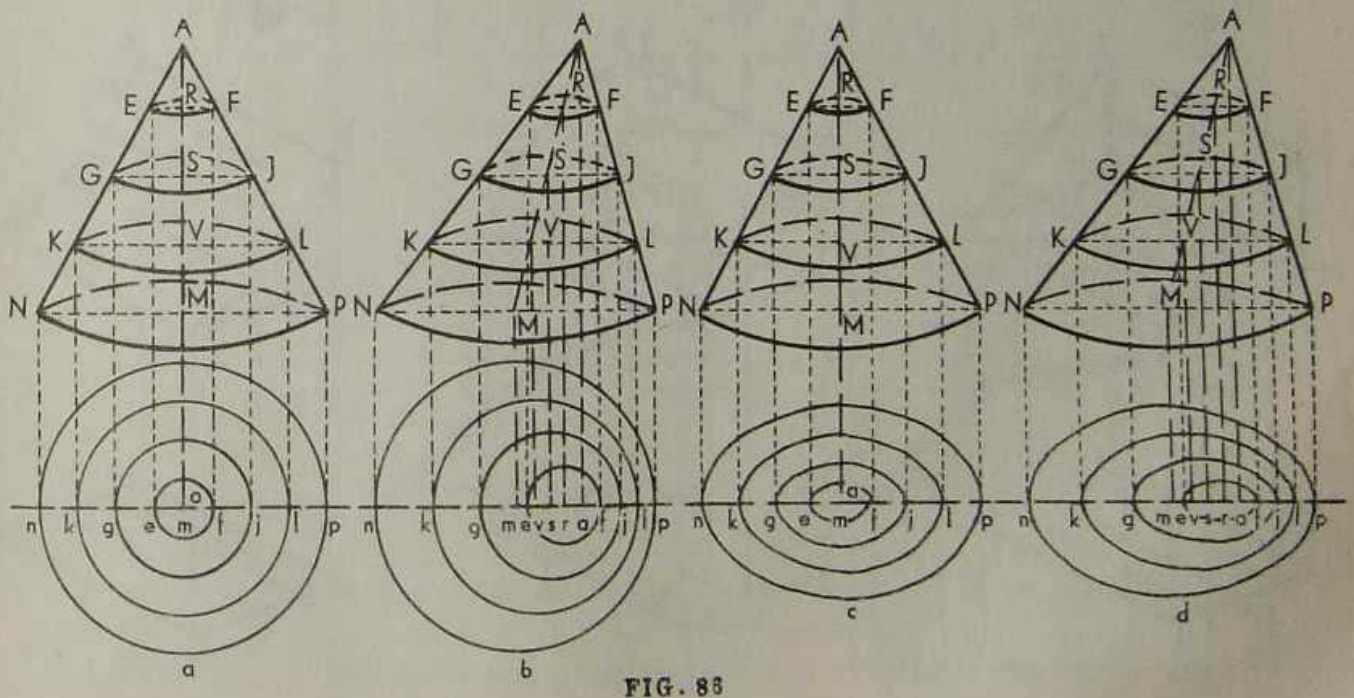


FIG. 86

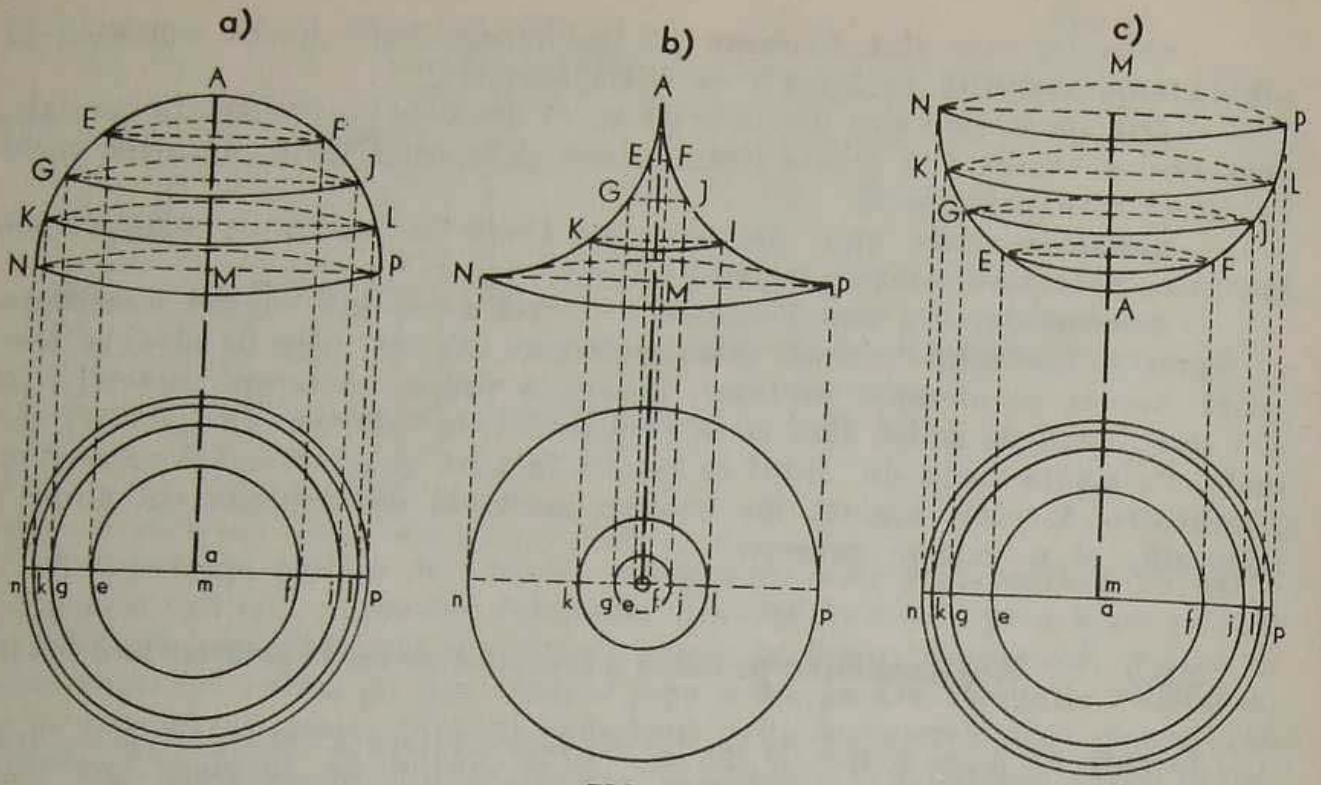


FIG. 87

In figura 87 s-au reprezentat prin curbe de nivel o emisferă (*a*), un vîrf ascuțit (*b*) și o cupă sferică (*c*). În toate cele trei cazuri curbele de nivel sînt cercuri concentrice, iar emisfera și cupa sferică au o reprezentare absolut identică. Dacă în cazurile (*a*) și (*c*) curbele de nivel se răresc spre centru, dimpotrivă în cazul (*b*) ele se apropie spre centru. Se observă deci, ca și în cazurile precedente, că cu cît unghiul de înclinare a suprafeței obiectului reprezentat este mai mare, cu atît mai apropiate sînt și curbele de nivel corespunzătoare.

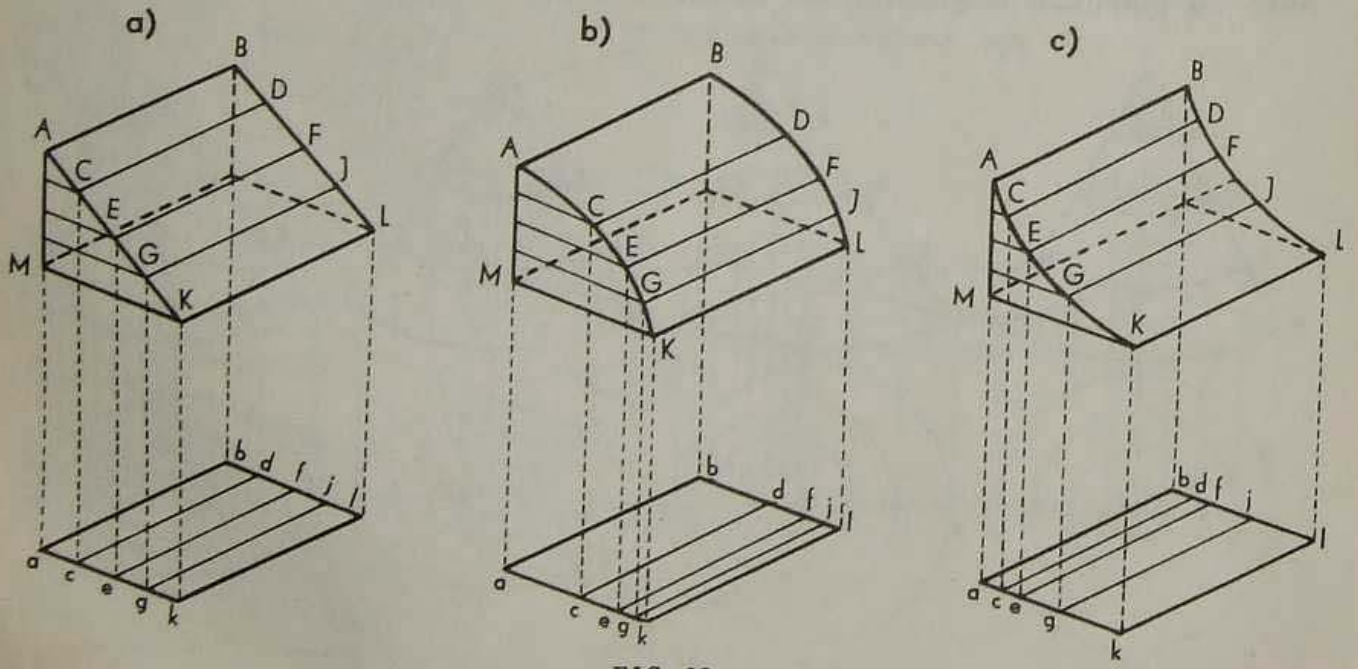


FIG. 88

În figura 88 s-a exemplificat reprezentarea prin curbe de nivel a unor forme alungite și anume a unui plan înclinat *(a)*, a unei suprafețe cilindrice convexe *(b)* și concave *(c)*. După cum se observă din desenul respectiv, în toate cazurile s-au obținut curbe de nivel sub formă de linii drepte paralele, însă la *(a)* acestea sînt la distanțe egale, la *(b)* se apropie de bază, iar la *(c)* se îndepărtează de bază; deci și de aici concluzia că, cu cît panta obiectului reprezentat este mai înclinată, cu atît curbele de nivel sînt mai apropiate.

În figura 89 s-a exemplificat reprezentarea prin curbe de nivel a panteloor uniforme *(a)*, concave *(b)*, convexe *(c)* și neuniforme *(d)*. Aceste exemplificări întregesc explicațiile de mai sus, referitoare la reprezentarea prin curbe de nivel a obiectelor avînd grade diferite de înclinare.

Este important de reținut faptul că obiectele de aceeași formă, indiferent dacă sînt ridicături sau adîncituri, se reprezintă în același fel prin curbe de nivel. Acest lucru reiese clar din figura 87 *(a* și *c)*. De asemenea, o ridicătură în formă de con se reprezintă în mod analog cu o adîncitură în formă de pîlnie, iar reprezentările unei ridicături prelungite sub forma unei creste și a unei adîncituri prelungite sub forma unei văi au același aspect.

La elucidarea problemei, dacă avem de-a face cu o ridicătură sau cu o adîncitură, este important de a se ține seamă de hidrografia hărții, întrucît rîurile se află totdeauna în văi, lacurile — în depresiuni și, în general, ele-

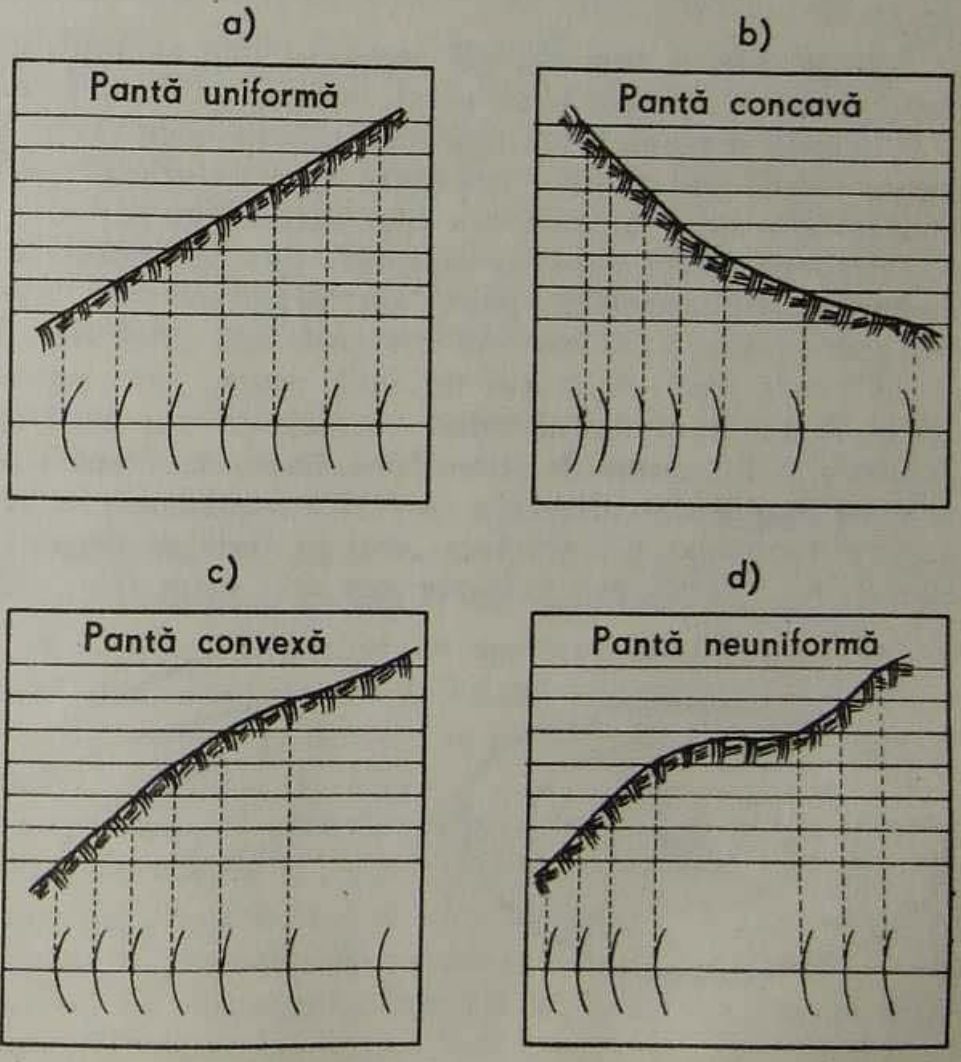


FIG. 89

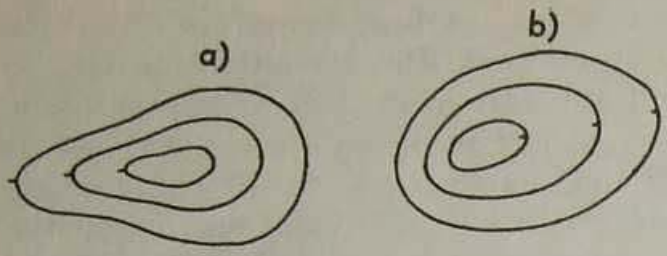


FIG. 90

FIG. 91

mentele hidrografice ocupă în toate cazurile locuri relativ joase. Însă harta topografică militară conține și alte elemente care ne ajută la clarificarea acestei probleme. Astfel, valorile curbelor de nivel sînt așezate întotdeauna în așa fel, încît baza cifrelor să fie orientată spre baza pantei și, implicit, cum se spune în practică, „apa să curgă în capul cifrelor" De asemenea, semne foarte comode pentru deosebirea ridicăturilor de adînciturі sînt așa-numitele indicatoare de pantă. Acestea sînt liniuțe scurte, trase perpendicular pe curbe de nivel și îndreptate în josul pantei.

În figura 90 s-au reprezentat prin curbe de nivel o ridicătură *(a)*, indicatoarele de pantă aflîndu-se la exteriorul curbelor de nivel, precum și o adîncitură *(b)*, aceleași indicatoare situîndu-se în interiorul curbelor de nivel.

După aceste considerații generale vom exemplifica cum sînt reprezentate pe hartă, prin curbe de nivel, formele de relief principale și caracteristice.

Dealul și mamelonul sînt reprezentate prin curbe de nivel închise, indicatoarele de pantă fiind orientate spre exteriorul acestora; curba de nivel din interior are valoarea cea mai mare (fig. 91).

Depresiunea (căldarea, găvanul) este reprezentată prin curbe de nivel închise, indicatoarele de pantă sînt orientate spre interiorul acestora; curba de nivel din interior are valoarea cea mai mică (fig. 92).

Creasta (culmea, botul de deal, crupa) este reprezentată prin curbe de nivel de forme alungite, avînd convexități mai mult sau mai puțin rotunde, îndreptate în sensul de coborîre a liniei de despărțire a apelor. Indicatoarele de pantă sînt orientate spre exteriorul curbelor de nivel și sînt așezate în vîrful convexității acestora, deci pe linia de despărțire a apelor. Curba de nivel din interior are valoarea cea mai mare (fig. 93).

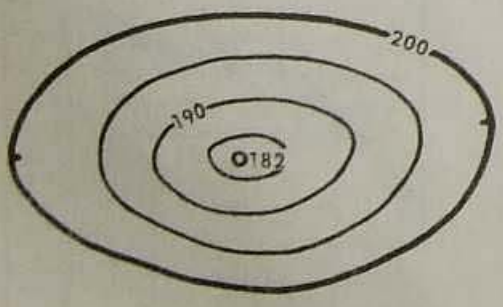


FIG. 92

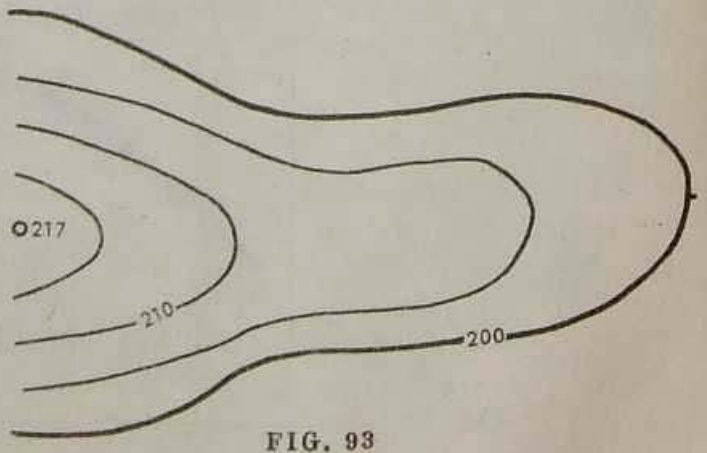


FIG. 93

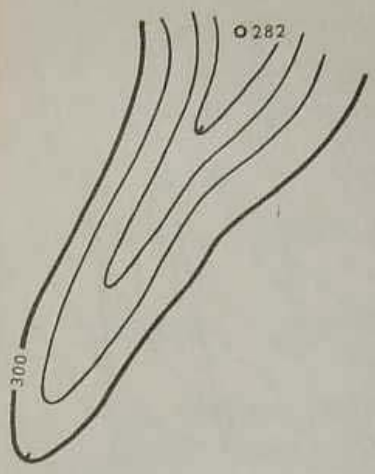


FIG. 94

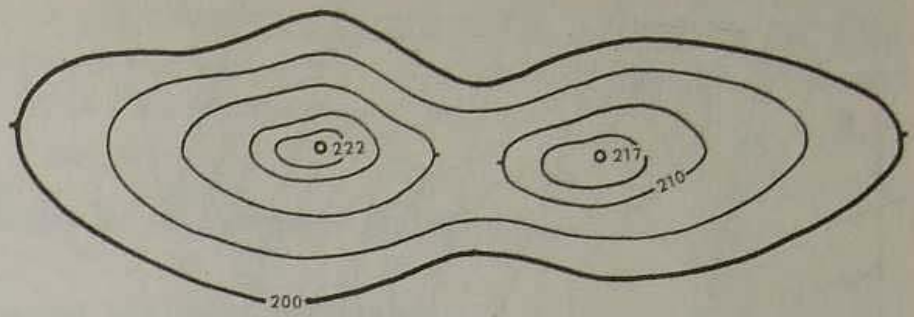


FIG. 95

Valea este reprezentată prin curbe de nivel de forme alungite, ca și în cazul crestelor, dar convexitățile acestora — în general mai ascuțite — sînt dirijate în sensul de urcare a talvegului. Indicatoarele de pantă sînt trasate tot din vîrful convexităților curbelor de nivel, dar sînt orientate spre interiorul acestora. Curba de nivel din interior are valoarea cea mai mică (fig. 94).

Șaua se reprezintă prin curbe de nivel închise, remarcîndu-se prezența a două vîrfuri și a gîtului șeii. Cele două curbe de nivel din interior au valoarea cea mai mare, gîtul șeii avînd cotă mai mică decît valoarea acestora. Indicatoarele de pantă sînt orientate spre exteriorul curbelor de nivel (fig. 95).

În natură — și în consecință și pe hartă — nu se întîlnesc niciodată aceste forme de teren în mod izolat. Ele există — și sînt reprezentate pe hărțile topografice — într-o strînsă corelație, interdependență, într-o complexitate mai mică sau mai mare, în funcție de caracteristicile zonei reprezentate. Pentru exemplificare dăm în figura 96 o porțiune de teren reprezentată prin curbe de nivel, unde se găsesc majoritatea formelor de relief întîlnite în natură.

Pe hărțile topografice militare folosite în mod curent, versanții ale căror pante depășesc unghiul de înclinare de 40° nu se mai reprezintă prin curbe de nivel, întrucît acestea nu mai pot fi trasate cu echidistanța grafică admisă; asemenea pante se reprezintă printr-un semn convențional. De asemenea sînt și alte elemente ale reliefului ce nu pot fi reprezentate prin curbe de nivel și care sînt trecute pe hărțile topografice cu ajutorul unor semne convenționale. Din categoria acestor elemente ale reliefului fac parte: movilele, gropile, malurile de diferite categorii, debleurile și rambleele, stîncile, grohotișurile, rîpele, ravenele, viroagele și altele.

Din cele de mai sus rezultă că o hartă în care relieful este reprezentat prin metoda curbelor de nivel are o serie de proprietăți foarte valoroase și că această metodă de reprezentare, pe lîngă faptul că este simplă, este în același timp și cea mai precisă, pînă în prezent. Dar reprezentarea reliefului prin curbe de nivel nu este suficient de ilustrativă. Curbele de nivel nu posedă destulă plasticitate și nu sînt suficient de expresive, mai ales în cazurile cînd se pre-

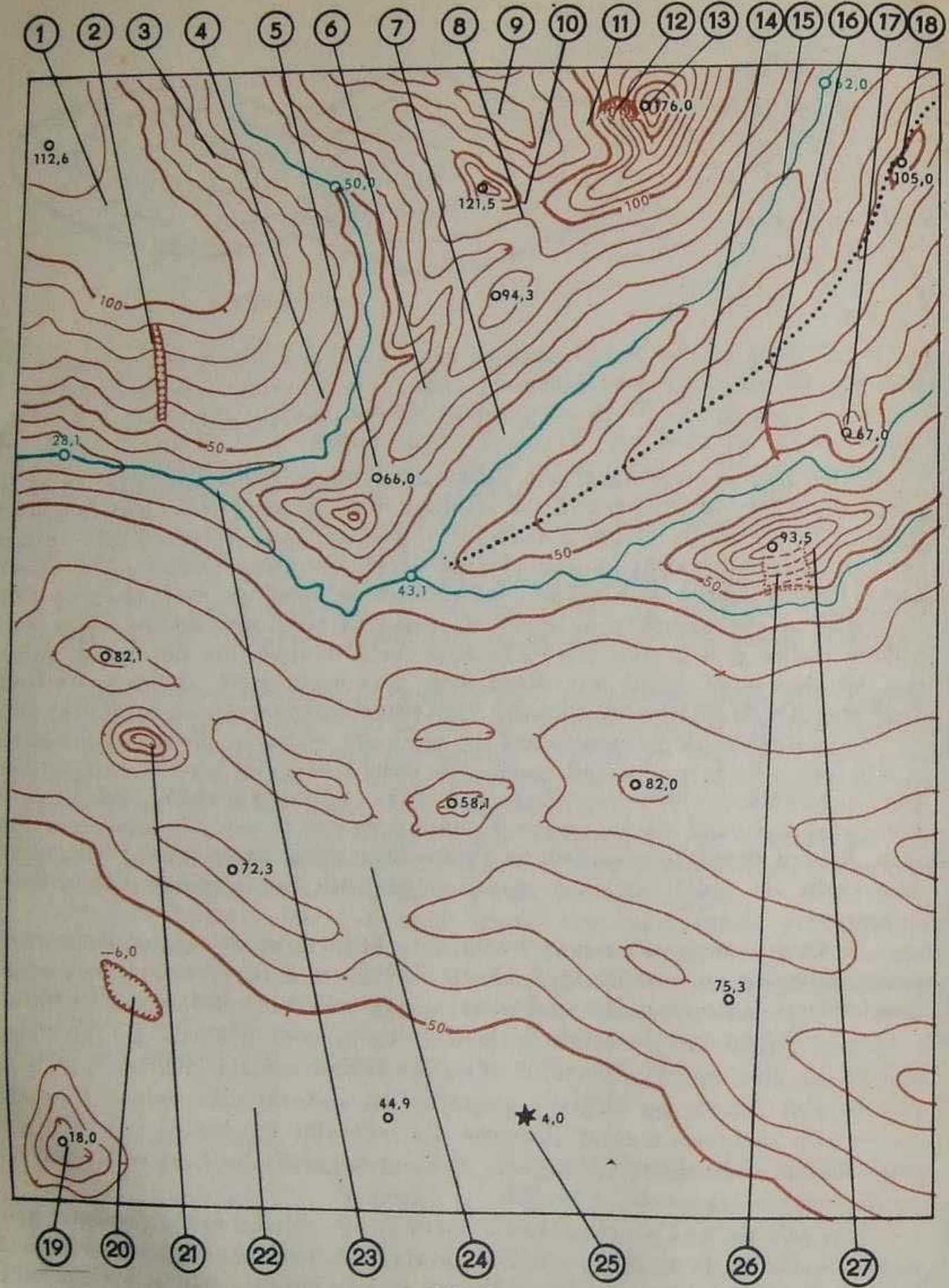


FIG. 96

1 — platou; *2* — ripă; *3* — versant; *4* — piciorul pantei; *5* — gîtul șeii; *6* — creastă; *7* — vale; *8* — originea văii; *9* — depresiune; *10* — șa; *11* — schimbare de pantă; *12* — stîncă; *13* — pisc; *14* — linie de creastă; *15* — firul văii (talveg); *16* — ravenă; *17* — pinten; *18* — vîrf; *19* — căldare, găvan; *20* — groapă; *21* — pîlnie; *22* — șes; *23* — gura văii; *24* — colină; *25* — movilă; *26* — alunecare de teren; *27* — mamelon.

tinde să fie apreciate repede formele de relief și diferențele de nivel pe suprafețe mai întinse. Din acest motiv pe hărțile topografice la scară mică, care servesc mai ales pentru studierea generală a unor mari suprafețe de teren, se folosesc și alte metode de reprezentare a reliefului.

6.8.4 Alte metode de reprezentare a reliefului

6.8.4.1 *Reprezentarea reliefului prin haşuri*

Prin această metodă toți versanții se acoperă cu haşuri. Se stabilesc din timp cîteva categorii de unghiuri de pantă; fiecăreia din aceste categorii îi corespunde un anumit raport între grosimea haşurii și spațiul dintre ele. Terenurile aproape orizontale (șesurile, podișurile, platourile), precum și versanții cu pantă mică nu se haşurează; se creează în acest fel impresia unor umbre ce acoperă pantele, lumina căzînd pe verticală. Cu cît panta este mai mare, cu atît va primi mai puțină lumină, deci va fi mai întunecată. Toate haşurile se trasează pe linia de cea mai mare pantă (fig. 98).

Prin această metodă sînt reprezentate mai plastic, mai expresiv, aspectul și poziția reciprocă a formelor de teren decît prin metoda curbelor de nivel; de asemenea rezultă mai clar atît direcția, cît și valoarea relativă a pantelor. Metoda este însă foarte greoaie și cere multă meticulozitate, precum și mult timp pentru executarea desenului; de asemenea, pe aceste hărți nu se pot determina cotele punctelor.

6.8.4.2 *Reprezentarea reliefului prin tente cu umbrire*

Ca și în cazul precedent, la baza acestei metode stă îngroșarea umbrelor funcție de panta terenului. Umbrirea versanților se face de obicei cu tente de culoare gri sau bistru, aplicate cu intensități diferite după gradul de înclinare a pantelor, obținîndu-se un bun efect plastic. Metoda se folosește, în general, în combinație cu metoda curbelor de nivel (fig. 99).

Tentele arată mai clar forma generală a reliefului și legăturile reciproce ale diferitelor neregularități ale terenului, dar nu permit decît aprecierea generală a valorii pantelor și diferențelor de nivel. Metoda este mult mai simplă și operativă decît cea a haşurilor.

6.8.4.3 *Reprezentarea reliefului prin tente hipsometrice*

Constă în acoperirea cu nuanțe diferite de culori a spațiilor dintre curbele de nivel, pe zone de înălțimi stabilite. Zonele de diferite înălțimi succesive sînt acoperite, de obicei, cu culoarea bistru de diferite nuanțe, după principiul: cu cît terenul este mai ridicat, cu atît nuanțele sînt mai închise. Zonele de șes se colorează de regulă cu culoarea verde, după principiul: cu cît terenul este mai jos, cu atît nuanța este mai închisă (fig. 100). Această colorare

FIG. 97

FIG. 98

FIG. 99

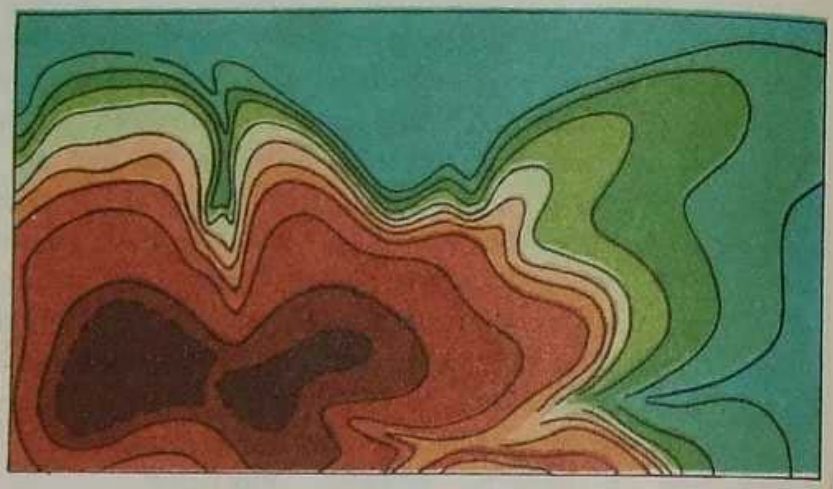


FIG. 100

pe zone, completînd curbele de nivel, dă o imagine foarte clară și plastică asupra caracterului general al reliefului.

În figurile 97-100 se dau exemple de reprezentare a reliefului unei porțiuni de teren, prin metoda curbelor de nivel, hașurilor, tentelor cu umbrire și tentelor hipsometrice.

6.8.4.4 *Metoda hărților în relief*

Această metodă constituie cel mai modern mod de reprezentare a reliefului pe hărțile topografice; ea își găsește aplicarea mai ales în cazul hărților strategice, la scări mici, deoarece ușurează considerabil studiul general al configurației terenului într-o zonă întinsă, pe o anumită porțiune sau pe întreaga suprafață a unui teatru de operații militare.

Metoda constă în reprezentarea reliefului cu ajutorul punctelor cotate și al curbelor de nivel după procedee obișnuite, pe un material de bază ce poate fi ușor modelat (folii de material plastic de o anumită compoziție și grosime), după care foile respective de hartă sînt supuse unor operații de vacuumare în mașini speciale, cu ajutorul cărora se obține imaginea în relief a terenului reprezentat. Pentru a se da o expresivitate și mai mare reliefului astfel reprezentat, harta se colorează după același procedeu ca și în cazul aplicării metodei hipsometrice. Pe hărțile în relief se reprezintă și principalele detalii de planimetrie ca: localități, hidrografie, căi de comunicații și altele.

6.8.4.5 *Procedeul perspectivei*

FIG. 101

O privire retrospectivă asupra diferitelor metode de reprezentare a reliefului pe hărți, de-a lungul istoriei acestui document cartografic de mare valoare documentară și practică, nu poate fi lipsită fie și de o amintire în treacăt a acestui procedeu, deși are doar o importanță istorică.

Procedeul perspectivei constă în reprezentarea neregularităților suprafeței terestre și mai ales a ridicăturilor, prin desenarea în profil a unor movilițe — fie singure, fie grupate sau în linii —, ele fiind umbrite prin hașuri pe partea estică sau vestică. Acest procedeu și-a găsit aplicarea din cele mai vechi timpuri și pînă către sfîrșitul secolului al XVIII-lea. Menționăm că și pe primele hărți românești, întocmite de către stolnicul Cantacuzino (1700) și de către Dimitrie Cantemir (1737), relieful era reprezentat prin acest procedeu.

În figura 101 este redată o porțiune din harta stolnicului Cantacuzino, editată în anul 1700.

6.8.4.6 *Procedeul stereoscopic*

Constă în reprezentarea reliefului tot prin curbe de nivel sau în combinație cu tente prin umbrire. Acestea sînt desenate pe hartă în două culori complementare (de obicei, roșu și albastru), astfel ca și cum aceeași porțiune de teren ar fi privită din două poziții diferite, ele fiind dinainte calculate. Citirea hărții se face cu ajutorul unor ochelari cu lentile colorate în aceleași culori complementare, prin care se formează imaginea stereoscopică a reliefului. La baza reprezentării reliefului prin acest procedeu stă principiul anaglifelor. Acest procedeu își găsește un cîmp din ce în ce mai redus de aplicare în zilele noastre.

6.9 Reprezentarea pe hartă a elementelor de sol și vegetație

Pentru redarea mai completă a elementelor terenului, pe hărțile topografice militare sînt reprezentate următoarele tipuri de vegetație:

— arborescentă (păduri, grupuri de pomi și pomi izolați);
— în formă de arbuști sau de tufăriș;
— plantații ale culturilor în formă de tufăriș, arborescente și ierboase.

De asemenea sînt scoase în evidenţă elementele în legătură cu caracterul solului, cum sînt:

— terenurile nestîncoase (suprafeţe nisipoase, pietroase, de grohotiş, cu pietriş);

— terenurile stîncoase;

— suprafeţele cu microrelief;

— mlaştinile, terenurile sărate şi argiloase, cu crăpături etc.

La reprezentarea acestor elemente s-au respectat următoarele condiţii:

— redarea corectă şi expresivă a dispunerii diferitelor tipuri ale elementelor de sol şi vegetaţie, importante pentru acţiunile de luptă ale trupelor;

— redarea cantitativă şi calitativă a vegetaţiei, în concordanţă cu existentul în teren;

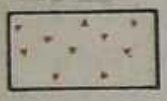
— reprezentarea detaliată a contururilor elementelor de sol şi vegetaţie.

Limitele porţiunilor cu elemente de sol şi vegetaţie (în afară de nisipuri) sînt reprezentate pe hărţi prin contur punctat în culoare neagră, cu excepţia cazurilor cînd acestea coincid cu malurile rîurilor, cu rîpele, drumurile, frontierele, împrejmuirile şi alte asemenea limite naturale sau artificiale.

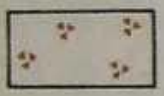
Diferitele tipuri de elemente de sol şi vegetaţie sînt reprezentate pe hărţi prin semne convenţionale liniare, colorarea fondului sau combinarea semnelor liniare cu colorarea fondului.

Astfel, la reprezentarea elementelor de sol se scot în evidenţă suprafeţele de teren cu caracter deosebit, ca: suprafeţe nisipoase, pietroase, cu grohotiş, terenuri argiloase, sărate etc. Acestea sînt reprezentate în modul următor:

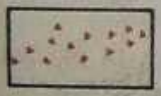
Suprafeţe de teren nisipos



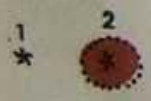
Suprafeţe de teren pietros



Suprafeţe de grohotiş



Torente de grohotiş



Terenuri argiloase (uscate) cu crăpături

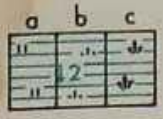
1 — nu se pot reprezenta la scara hărţii;

2 — se pot reprezenta la scara hărţii

Terenuri sărate care se pot trece

Terenuri sărate care nu se pot trece (umede şi afînate)

De asemenea sînt scoase în evidenţă porţiunile de teren cu mlaştini de toate categoriile, astfel:



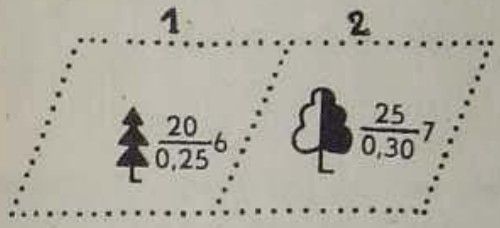
Mlaştini care nu se pot trece sau greu de trecut
2 — adîncimea relativă în metri; *a* — ierburi; *b* — muşchi; *c* — stuf

Mlaştini care se pot trece

De regulă, mlaştinile se reprezintă cînd suprafeţele lor la scara hărţii sînt peste 25 mm²; cele care au valoarea unor repere de orientare se reprezintă şi cînd au suprafeţe mai mici.

La reprezentarea elementelor de vegetaţie se scot în evidenţă vegetaţia arborescentă, vegetaţia ierboasă, de muşchi şi licheni şi vegetaţia cultivată.

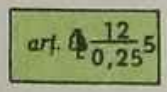
Vegetaţia arborescentă este compusă în general din păduri, păduri pitice, păduri mixte şi tufărişuri. Pădurile sînt reprezentate prin contur şi semne convenţionale, în funcţie de starea ce o au, indicîndu-se totodată şi caracteristicile lor, astfel:



1 — păduri de conifere; *2* — păduri de foioase;
— la numărător, înălţimea medie a copacilor în metri;
— la numitor, diametrul mediu al copacilor în metri;
— în dreptul liniei de fracţie, distanţa între copaci în metri.

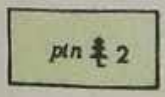
Toate pădurile cu înălţimea de peste 4 m sînt reprezentate, indicîndu-se esenţa, după cum urmează:

Păduri de conifere

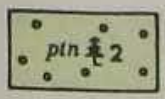


Păduri de foioase

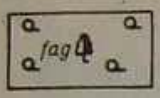
Păduri mixte



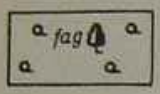
Păduri pitice, pînă la 4 m înălţime



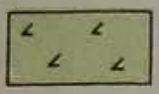
Păduri tinere (lăstăriş), pepiniere sau replantări



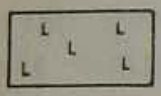
Păduri rare (rarişte) înalte



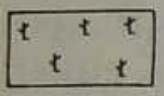
Păduri rare (rarişte) pitice



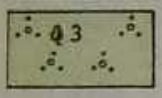
Păduri doborîte de furtuni



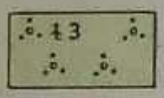
Păduri tăiate



Suprafeţe de păduri arse sau cu copaci uscaţi



Suprafeţe compacte de tufăriş de foioase
3 — înălţimea tufei în m

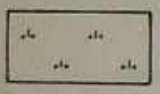


Suprafeţe compacte de tufăriş, de conifere

De menţionat că în păduri sînt reprezentate toate liniile de somieră, fie la scara hărţii, fie prin semn convenţional.

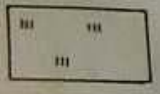
Vegetaţia ierboasă este reprezentată pe hărţi cu semnele convenţionale respective, astfel:

Desişuri de stuf, papuriş şi trestie



Vegetaţii de muşchi şi licheni

Fîneţe, ierburi naturale
a — în teren uscat; *b* — în teren cu apă



Vegetaţii ierboase cu înălţimea peste 1 m

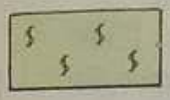
Dacă vegetaţia se găseşte în terenuri mlăştinoase, este reprezentată combinat cu semnul de mlaştină.

Vegetaţia cultivată este scoasă în evidenţă prin contur, culoare şi semne convenţionale. Din această categorie fac parte: livezile, viile, culturile de

orez, plantațiile de culturi tehnice și altele. Acestea sînt reprezentate pe hartă în modul următor:

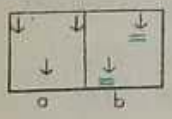
Livezi, pepiniere, culturi de citrice

Livezi cu arbuști fructiferi (coacăzi, zmeură etc.)

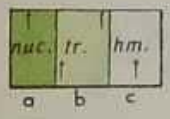


Vii

Vii cu pomi fructiferi



a — culturi de orez; *b* — culturi de orez acoperite permanent cu apă

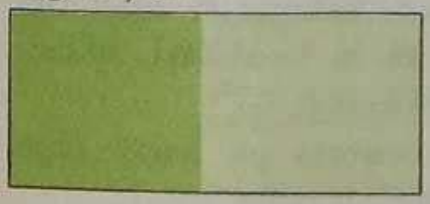


Plantații de alte culturi tehnice
a — nuc; *b* — trandafiri; *c* — hamei

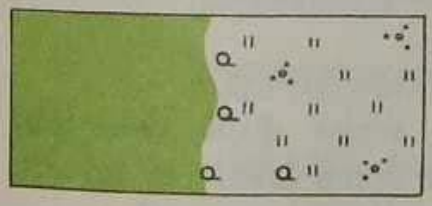
De menționat că, atunci cînd plantațiile mici sînt numeroase, sînt reprezentate generalizat.

În cele mai multe cazuri aceste elemente de sol și vegetație se întîlnesc în combinație unele cu altele; în astfel de cazuri ele sînt reprezentate combinat și pe hartă.

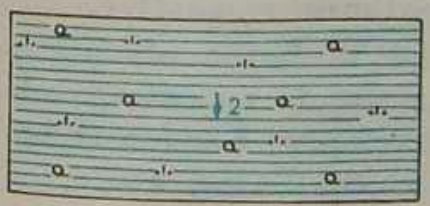
Se dau mai jos cîteva exemple de combinări ale elementelor de sol și vegetație:



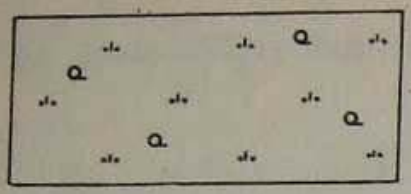
Trecere treptată de la pădure înaltă la pădure pitică



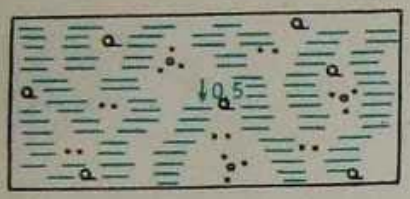
Trecere treptată de la pădure înaltă la pădure rară, cu tufăriș și fineț



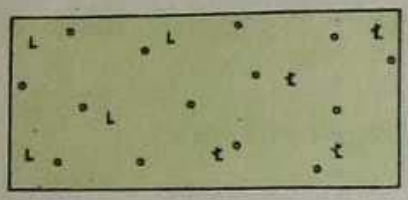
Pădure pitică rară, cu mușchi, prin mlaștini care nu se pot trece sau greu de trecut



Pădure înaltă rară, în teren acoperit cu muşchi şi licheni

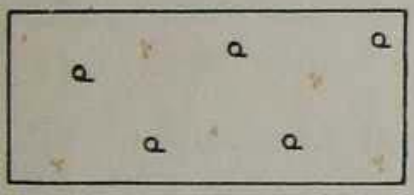


Pădure pitică rară, cu tufăriş şi tufe cu tulpine mici, prin mlaştini uşor de trecut



Pădure tăiată, uscată, cu pădure tînără (lăstăriş)

Vegetaţie de muşchi şi licheni cu tufăriş în terenuri pietroase



Pădure înaltă rară, cu îngrămădiri de pietre

6.10 Scrierea denumirilor şi a inscripţiilor explicative

Pentru a obţine maximum de informaţii cu ajutorul hărţilor topografice militare pe acestea apar denumiri şi inscripţii explicative, care se referă la semnele convenţionale şi la situaţia reală din teren.

Astfel, denumirile pe hărţi se clasifică în două mari categorii: denumiri proprii şi denumiri comune. Denumirile proprii se referă la localităţi, hidrografie, teren, teritorii etc. Denumirile comune se referă la:

— natura şi caracterul diferitelor elemente reprezentate pe hartă (ape sărate sau amare, natura fundului rîurilor, case, mine, izvoare etc.);

— forme de teren (munţi, dealuri, văi etc.);

— elemente de sol şi vegetaţie.

Denumirile localităţilor şi cele toponimice sînt scrise după cele mai recente documente şi materiale oficiale. Denumirile de teren locale se înscriu pe hartă astfel cum sînt folosite în mod curent în regiunile respective.

Pe teritoriile străine denumirile proprii sînt scrise în limba oficială a statului respectiv, iar alături sau sub denumire sînt scrise în paranteză sub forma în care au intrat în uzul limbii române; spre exemplu: London (Londra), Warszawa (Varşovia), Firenze (Florenţa), El Kahira (Cairo) etc.

Denumirile de mări şi de oceane sînt scrise numai în limba română.

Denumirile localităţilor, munţilor, trecătorilor, insulelor şi peninsulelor, precum şi inscripţiile cotelor, ale întreprinderilor industriale şi agricole şi ale altor elemente mici se dispun paralel cu laturile de nord şi de sud ale cadrului foii, de regulă în dreapta semnelor convenţionale respective.

Denumirile crestelor, mărilor, golfurilor, strîmtorilor, lacurilor mari, mlaştinilor, terenurilor şi altor elemente care ocupă o suprafaţă mare se dispun pe locul reprezentării acestor elemente, în linie dreaptă sau curbă, în direcţia desfăşurării lor maxime.

Denumirile insulelor şi peninsulelor mari se pot dispune atît în interiorul conturului, cît şi în afara lui, cu condiţia ca elementele reprezentate să fie bine scoase în evidenţă prin denumirea lor.

Dacă suprafeţele la care se referă denumirile sînt mari, atunci acestea se dispun rărit, distanţa între litere stabilindu-se în funcţie de lungimea elementului, astfel ca inscripţia să se poată citi uşor.

Inscripţiile ce se folosesc pentru elementele din conţinutul hărţii se aleg după importanţa elementelor respective, pe caractere şi corpuri.

Pentru denumirile de zone mari geografice, podişuri, lanţuri mari de munţi, masive, creste, dealuri, cîmpii, insule etc. se foloseşte caracterul de scriere Grotesc IV fotoculegător majuscul, de la corpul 28 pînă la corpul 4, după cum urmează:

PODIŞUL TRANSILVANIEI

PODIŞUL TRANSILVANIEI

PODIŞUL MOLDOVEI

CARPAŢII MERIDIONALI

DEALURILE TUTOVEI

DEALURILE DOBROGEI

DEPRESIUNEA FĂGĂRAŞULUI

CREASTA MESTEACĂN

INSULA ROTUNDĂ

INSULA ROTUNDĂ

PEN CORBU

PEN CORBU

Pentru denumirile de terenuri, munți, stînci, dealuri mici, defileuri, trecători, cîmpii mici, văi, vîlcele, rîpe, insule mici etc. se folosește caracterul Grotesc IV fotoculegător minuscul, de la corpul 14 pînă la corpul 8, astfel:

Munții Rodnei

Munții Vrancei

Dealul Galben

Dealul Hoților

Pentru denumirile de masive păduroase, păduri, crînguri, dumbrăvi, poieni, ocoale silvice, parcuri, grădini etc. se folosește modelul de scriere de fotoculegător, după cum urmează:

PĂDUREA NEAGRĂ

PĂDUREA CRAIULUI

Pd. Verde

Pd Neagră

Pentru denumirile de oceane, mări, golfuri, strîmtori, fiorduri, delte, lacuri mari, fluvii, rîuri și brațe navigabile etc. se folosește caracterul Bsam, fotoculegător majuscul, de la corpul 28 pînă la corpul 4, astfel:

OCEANUL PACIFIC

OCEANUL INDIAN

MAREA NEAGRĂ

DUNĂREA

GOLFUL FINIC

GOLFUL GALBEN

NISTRUL

PRUTUL

PRUTUL

CNL BEGA

CNL BEGA

GOLFUL ÎNGUST

Pentru denumiri de rîuri navigabile, pîraie, braţe mici, canale, lacuri mici, bălţi, mlaştini, iazuri, izvoare, fîntîni etc. se foloseşte caracterul Bsam, fotoculegător minuscul, de la corpul 14 pînă la corpul 4. De menţionat că toate denumirile ce se referă la elementele de hidrografie sînt executate pe hărţi în culoare albastră, astfel:

Siretul

Jiul

Oltul

Motrul

Motrul

Lacul Mogoşoaia

Cnl Arcuda

Cnl Arcuda

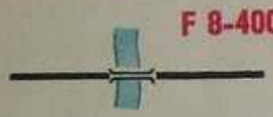
6.11 Evidenţierea unor semne convenţionale pe hartă la scara 1:200 000

Pentru a reprezenta pe hartă elementele care sînt cuprinse într-o zonă ne folosim de diferite metode şi de semne convenţionale. Analizînd modul în care sînt redate aceste elemente la diferite scări, vom constata că unele hărţi nu evidenţiază în mod deosebit anumite elemente necesare ducerii acţiunilor de luptă (în special hărţile la scări mai mici), deoarece este cunoscut că, pe măsură ce scara hărţii se micşorează, gradul de generalizare creşte.

Pentru a suplini acest inconvenient pe hărţile la scara 1:200 000 se scot în evidenţă anumite elemente, printr-o reprezentare deosebită a lor sau a caracteristicilor lor. Aceste caracteristici se referă în special la căile de comunicaţii şi la trecerile peste diferite obstacole. Iată cîteva exemple de elemente care se scot în evidenţă pe hărţile la scara 1:200 000 cu caracter special, precum şi modul de reprezentare a lor:

Tuneluri

la numărător — înălţimea şi lăţimea în m; la numitor — lungimea în m



Poduri de cale ferată cu lungimea peste 100 m:

F — materialul de construcţie; *8* — înălţimea faţă de nivelul apei în m; 400 — lungimea podului în m

Autostrăzi

2 — numărul benzilor; *8* — lăţimea unei benzi în m; *As* — materialul de acoperire

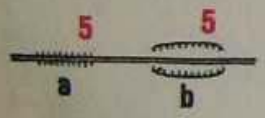
Şosele

10 — distanţa între diferite puncte în km; *5* — lăţimea părţii carosabile în m; *8* — lăţimea totală în m; *P* — materialul de acoperire

Porţiuni de drum cu pante peste 12%

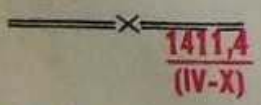
Cotituri de drumuri, cu raza de curbură sub 25 m

12 — raza de curbură în m



Drumuri pe ramblee şi în debleuri

a — rambleul; *b* — debleul; *5* — înălţimea sau adîncimea relativă în m



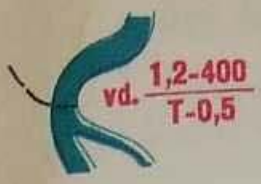
Trecători, pasuri

la numărător — înălţimea faţă de nivelul mării; la numitor — perioada cînd sînt accesibile

Săgeţi care indică direcţia de curgere a apei şi viteza în m/s

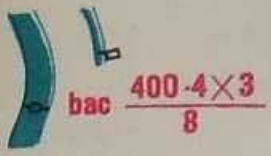
Caracteristicile apelor curgătoare

la numărător — lăţimea apei în m; la numitor — adîncimea relativă şi natura fundului



Vaduri

la numărător — adîncimea relativă și lățimea apei în m; la numitor — natura fundului și viteza în m/s

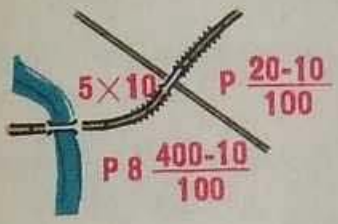


Bacuri pentru vehicule

la numărător — lățimea apei și dimensiunile bacului în m; la numitor — tonajul

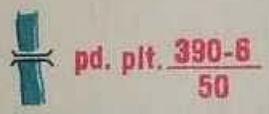
Maluri abrupte, fără plajă

10 — înălțimea relativă în m



Poduri pe șosele

P — materialul de construcție; *8* — înălțimea față de nivelul apei; la numărător — lungimea și lățimea carosabilă a podului; la numitor — tonajul; *5* — înălțimea trecerii pe sub pod; *10* — lățimea trecerii pe sub pod



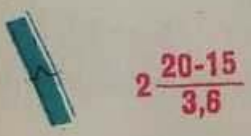
Poduri pe suporți plutitori și caracteristicile lor

Lacuri de acumulare

30 — volumul în km³; 1 600 — suprafața oglinzii apei în km²; *6* — timpul de evacuare a apei în zile, cu deschiderea tuturor porților barajului; *1,5* — timpul de evacuare a apei în zile, în cazul distrugerii barajului

Noduri hidraulice

P — materialul de construcție; *800* — lățimea în m; *8* — lățimea părții de sus a barajului; la numărător — valoarea cotei nivelului superior al apei față de nivelul mării; la numitor — valoarea cotei nivelului inferior al apei față de nivelul mării

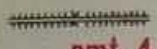


Ecluze

2 — numărul camerelor de ecluzare; la numărător — lungimea camerelor și lățimea porții în m; la numitor — adîncimea relativă a apei la axa porții

Baraje

a — carosabile; *b* — necarosabile; *P* — materialul de construcție; *400* — lungimea în m; *8* — lățimea părții de sus a barajului în m; la numărător — valoarea cotei nivelului superior al apei față de nivelul mării; la numitor — valoarea cotei nivelului inferior al apei față de nivelul mării

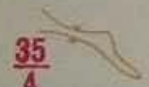


Diguri

pmt. — materialul de construcție; *4* — lățimea în m

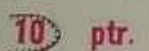
Stînci și rupturi de teren

10 — adîncimea relativă în m



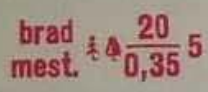
Viroage

la numărător — lățimea medie în m; la numitor — adîncimea medie în m



Exploatări la suprafață

10 — adîncimea relativă în m



Păduri mixte

la numărător — înălțimea medie a copacilor în m; la numitor — diametrul mediu al copacilor; *5* — distanța între copaci

Toate datele care trebuie să fie scoase în evidență pe hărțile la scara 1:200 000 se redau în culoarea violet.

6.12 Colorarea hărților

Am arătat mai sus că elementele din conținutul hărților sînt reprezentate prin semne convenționale liniare, colorarea fondului sau combinarea semnelor liniare cu colorarea fondului. Atît semnele convenționale, cît și fondul acestora sînt reprezentate pe hărțile topografice în culori bine stabilite, care scot în evidență elementele și în același timp le armonizează între ele, dînd un aspect plăcut hărților topografice și ușurînd utilizarea lor.

Culorile care sînt folosite la imprimarea hărților topografice sînt următoarele:

În culoare galben (cerneală ofset galben-verzui) sînt executate:

— drumurile naturale îmbunătățite;
— cvartalele în care predomină clădirile nerezistente la foc (la scările 1:25 000 și 1:50 000 pentru toate orașele și localitățile de tip rural, la scările 1:100 000 și 1:200 000 numai la orașele care au peste 50 000 locuitori).

În culoarea verde (cerneală ofset verde-gălbui) sînt executate:

— pădurile, livezile, pepinierele, plantațiile de culturi tehnice, vegetația arborescentă și cimitirele cu pomi.

Tot în culoarea verde, însă cu raster liniar (haşură simplă), sînt executate:

— pădurile pitice pînă la 4 m înălţime;
— pădurile tinere (lăstăriş), pepinierele sau replantările;
— pădurile doborîte de furtună;
— suprafeţele compacte de jnepeni, tufăriş şi mărăciniş;
— livezile cu arbuşti fructiferi;
— viile şi viile cu pomi fructiferi;
— plantaţiile de alte culturi tehnice cu vegetaţie de arbuşti.

În culoarea albastru deschis (cerneală ofset albastru-verzui) sînt executate:

spaţiile acvatice (spaţiile din interiorul limitelor mărilor, oceanelor, lacurilor, fluviilor, bazinelor etc.).

În culoarea portocaliu (cerneală ofset roşu-portocaliu) sînt executate:

— autostrăzile, şoselele modernizate şi şoselele;
— cvartalele în care predomină clădirile rezistente la foc (la scările 1:25 000 şi 1:50 000 pentru toate oraşele şi localităţile de tip rural, la scările 1:100 000 şi 1:200 000 numai la oraşele care au peste 50 000 locuitori).

În culoarea albastru închis (cerneală ofset albastru mijlociu) sînt executate:

— liniile de mal (variabilă şi invariabilă) ale oceanelor, mărilor, lacurilor, rîurilor, pîraielor, canalelor şi şanţurilor;
— zonele de inundaţie şi bazinele de acumulare;
— inscripţia adîncimii relative a apei la bancurile de nisip sub apă;
— insulele care nu se pot reprezenta la scara hărţii;
— valorile cotelor de adîncime;
— canalele maritime;
— locurile de începere a navigaţiei;
— caracteristicile apelor curgătoare;
— cotele nivelului apelor (cerculeţ şi valoare);
— porţiunile de rîuri şi de lacuri subterane care se pierd;
— canalele subterane;
— cascadele, cataractele şi căderile de apă cu inscripţiile lor;
— dancle şi locurile de acostare;
— digurile sparge valuri;
— rupturile de maluri consolidate;
— fîntînile, izvoarele, gheizerele şi rezervoarele de apă cu inscripţiile lor (cu excepţia cotei la sol a fîntînilor);
— puţurile unite pentru scăderea apei de infiltraţie;
— conductele de apă (la suprafaţă sau subterane);
— exploatările de sare la suprafaţă;
— terenurile sărate;
— mlaştinile şi bălţile, linioarele la semnele convenţionale pentru terenurile umede şi pentru culturile de orez acoperite cu apă;
— denumirile tuturor elementelor hidrografice.

În culoarea maro (cerneală ofset maro-gălbui) sînt executate:

— curbele de nivel;
— indicatoarele de pantă;
— formele de relief pozitive sau negative; inscripţia înălţimii sau a adîncimii relative;

— formele de relief mici, care nu pot fi reprezentate prin curbe de nivel;
— rîpele și viroagele cu inscripțiile caracteristicilor;
— stîncile și grohotișurile;
— suprafețele nisipoase, pietroase, nisipoase cu pietriș și cu grohotiș;
— torentele de grohotiș;
— suprafețele de teren crăpate poligonal;
— suprafețele neregulate cu ondulații mici;
— malurile abrupte cu plajă;
— valurile de mal de plajă și digurile longitudinale;
— albiile lacurilor, rîurilor și pîraielor secate.

Tot în culoarea maro, însă cu raster liniar (haşură simplă), sînt executate terenurile argiloase (uscate) și cu crăpături care se pot reprezenta la scara hărții.

În culoarea violet (cerneală ofset violet-roșcat) sînt executate:

frontierele de stat, însă cu raster liniar.

În culoarea violet deschis (cerneală ofset violet deschis) sînt executate:

inscripțiile caracteristicilor semnelor convenționale, care se scot în evidență pe hărțile la scara 1:200 000 cu caracter special.

În culoarea negru (cerneală ofset negru) sînt executate elementele de planimetrie, inscripțiile și restul elementelor din conținutul hărții.

CAPITOLUL al 7-lea

Probleme ce se pot rezolva pe hartă la cabinet

7.1 Determinarea distanțelor

Determinarea distanțelor pe hărțile topografice se face prin diferite procedee, în funcție de exactitatea ce se impune.

7.1.1 Cu folosirea riglei gradate

Cel mai simplu procedeu se referă la măsurarea distanțelor cu ajutorul riglei gradate. Cu rigla gradată se măsoară, în linie dreaptă, distanța de pe hartă a cărei mărime din teren ne este necesară.

Exemplu: să presupunem că pe o hartă topografică la scara 1:50 000 am măsurat cu rigla o distanță de 57 mm. Valoarea unui milimetru la scara hărții fiind de 50 m, rezultă că distanța corespunzătoare din teren va avea lungimea de $57 \times 50 = 2\,850$ m.

Acest rezultat este afectat de erorile de gradare a riglei, de punctarea pe cele două extremități ale distanței și de precizia de întocmire a hărții.

7.1.2 Cu folosirea scării grafice simple

Un procedeu mai exact este procedeul de măsurare cu ajutorul compasului distanțier și al scării grafice simple. Folosind un compas distanțier, se ia de pe hartă distanța a cărei mărime trebuie cunoscută în teren. Compasul astfel desfăcut se aplică pe scara grafică, în așa fel încît vîrful piciorului drept să coincidă cu una din diviziunile de la dreapta zeroului, iar vîrful piciorului stîng să se situeze în interiorul talonului (fig. 102).

Se citesc apoi distanțele dintre zero și vîrful fiecărui picior al compasului. Cele două valori se adună, obținîndu-se distanța căutată. În exemplul prezentat distanțele de la diviziunea zero către dreapta și stînga sînt: 2 km și respectiv 600 m. Distanța căutată va fi deci de 2 600 m.

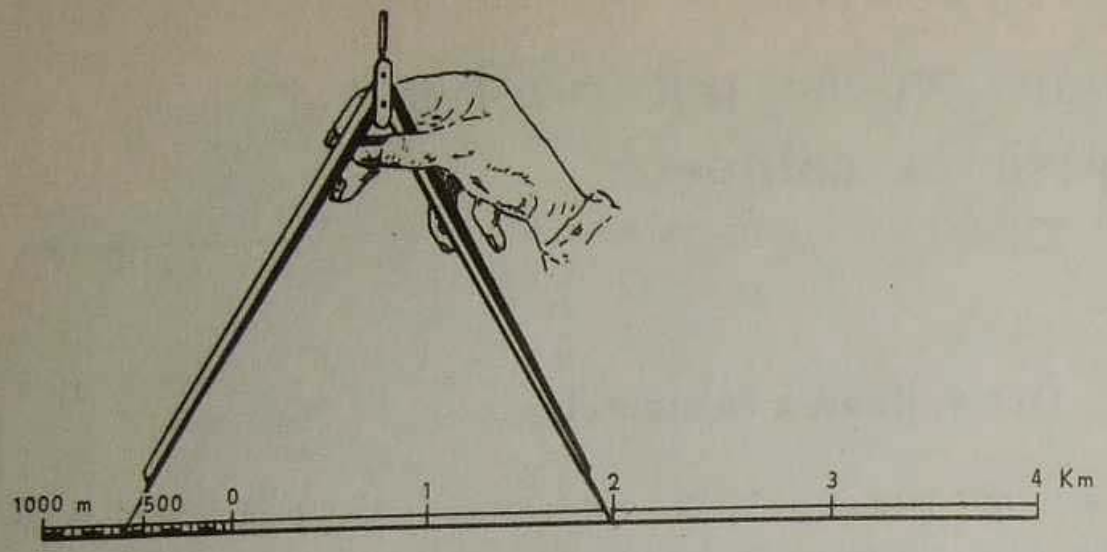


FIG. 102

7.1.3 Cu folosirea scării grafice compuse

Dacă este necesară o precizie mai mare, atunci distanţele se determină cu ajutorul scării grafice compuse. Folosirea scării grafice compuse ridică de zece ori precizia asigurată de scara grafică simplă. Pentru găsirea lungimii distanţei din teren se procedează în felul următor:

Cu compasul distanţier se încadrează pe hartă distanţa dintre obiectele considerate. Cu compasul astfel desfăcut se trece pe scara grafică compusă, aşezîndu-se vîrful *A* pe una din diviziunile kilometrice în aşa fel încît vîrful *B* să se situeze în interiorul talonului scării (fig. 103).

Dacă vîrful *B* se găseşte exact pe o diviziune a sutelor de metri a talonului, atunci distanţa se obţine ca şi la folosirea scării grafice simple; dacă vîrful *B* este plasat între două diviziuni de sute de metri, atunci compasul distanţier se deplasează în jos pînă cînd vîrful *B* atinge una din liniile transversale ale diviziunilor — zeci de metri, urmărindu-se ca vîrful *A* să rămînă pe aceeaşi diviziune kilometrică. În exemplul din figură distanţa căutată are valoarea de 1 km + 600 m + 80 m, adică 1 680 m.

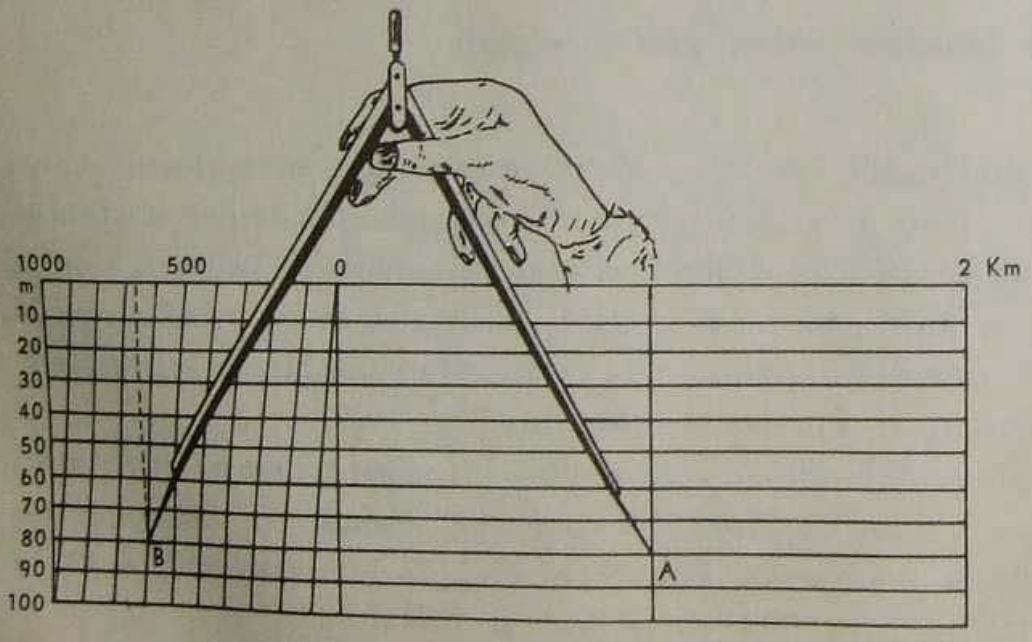


FIG. 103

Trebuie reținut faptul că, atît scara grafică simplă cît și cea compusă servesc și pentru operația inversă de determinare a unor lungimi pe hartă cînd se cunosc distanțele din teren. Este de la sine înțeles că scările grafice se construiesc în funcție de scara hărții cu care se lucrează.

7.1.4 Cu folosirea curbimetrului

Pentru determinarea distanțelor pe diferite trasee curbe sau sinuoase se poate folosi un instrument simplu, numit curbimetru (fig. 104). Întrucît precizia gradațiilor de pe cadran este mică, rezultatele obținute prin folosirea curbimetrului sînt aproximative. Există curbimetre ale căror indicații după măsurare trebuie multiplicate cu numitorul scării pe care se lucrează și altele, care dau direct lungimile pe cercurile divizate pentru diferite scări.

Pentru măsurarea distanței acul indicator al curbimetrului se fixează pe zero; se așază apoi rotița curbimetrului la punctul inițial, după care se execută deplasarea pe traseul dorit, ținînd curbimetrul în poziție verticală și fără a-l ridica de pe hartă pînă la punctul final al traseului.

Pentru curbimetrele ale căror cadrane sînt divizate centimetric, distanța măsurată se înmulțește cu numitorul scării numerice a hărții pe care s-a lucrat, obținîndu-se distanța reală din teren.

Exemplu: dacă pe o hartă la scara 1:50 000 s-au citit pe cercul gradat al curbimetrului 22 cm, distanța respectivă din teren va fi de 22 cm × 50 000 = = 1 100 000 cm = 11 km.

Pentru a îmbunătăți rezultatele se repetă măsurările de cîteva ori, după care se face media. Precizia măsurării, pentru liniile curbe cu sinuozități mijlocii, este de 1/50 din lungimea măsurată, iar pentru liniile foarte sinuoase, de 1/25 din lungimea măsurată.

Precizia măsurării distanțelor pe hartă, prin procedeele amintite, este aproximativă, întrucît precizia raportării și citirii la scară este limitată; ochiul omenesc nu poate deosebi gradații prea mici, iar compasul nu permite plasarea exactă a vîrfurilor sale în punctele considerate și nici menținerea fixă a deschiderii. Datorită acestor considerente, precizia grafică limită în topografie se admite a fi egală cu 0,1 mm.

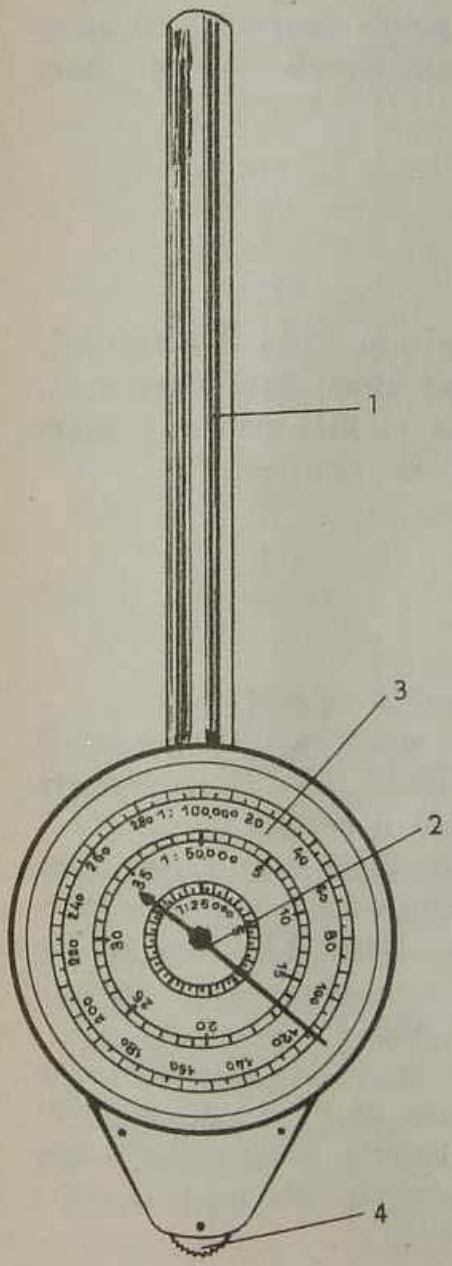


FIG. 104

1 — mînerul curbimetrului; *2* — acul indicator de distanțe parcurse pe hartă; *3* — cadranul gradat pentru diferite scări; *4* — rotița zimțată.

Precizia limită de scară, corespunzătoare preciziei grafice de 0,1 mm, este dată în tabelul de mai jos.

Scara hărții	Precizia limită în metri
1: 25 000	2,5
1: 50 000	5
1: 100 000	10
1: 200 000	20
1:1 000 000	100

În realitate eroarea de măsurare a distanțelor pe hartă este mai mare, deoarece intervin o serie de erori ca eroarea de citire pe scara grafică, erorile hărții, eroarea de deformare a hîrtiei etc. Practic se poate considera că eroarea de măsurare a distanțelor pe hartă este de aproximativ 5 ori mai mare decît cea specificată în tabelul de mai sus.

7.2 Construirea profilurilor

Profilul topografic este o secțiune verticală prin suprafața Pămîntului. Profilul este folositor în scopuri militare, pentru o mai bună clarificare a caracterului reliefului. Pentru a-l obține cît mai precis și într-un timp scurt profilul se construiește pe hîrtie milimetrică sau special caroiată.

7.2.1 Profilul complet

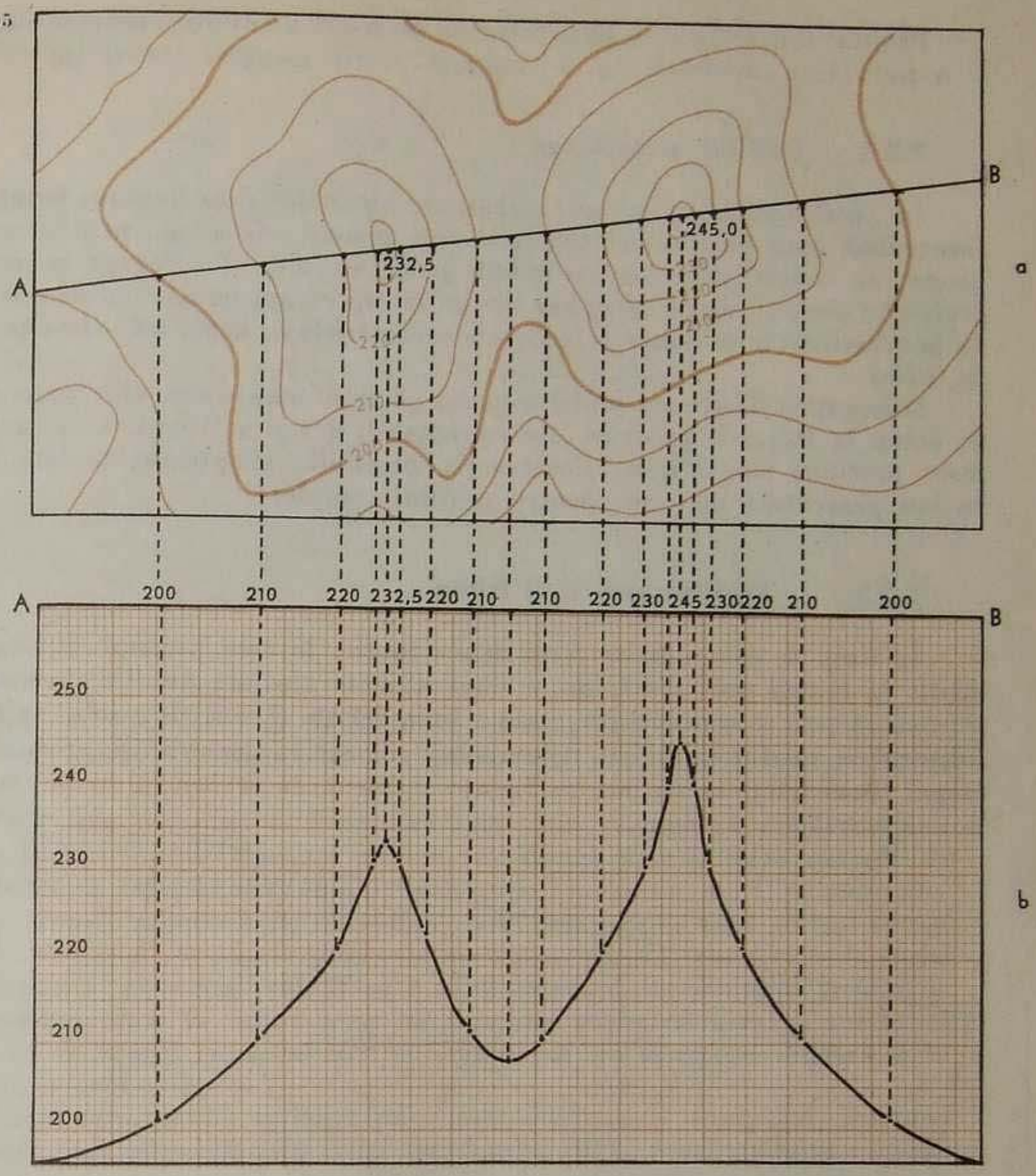
Pentru întocmirea profilului se execută următoarele operații:

— pe harta topografică de lucru se trasează o linie dreaptă între punctele pe a căror direcție este necesar profilul. În cazul din figura 105 *a* linia dreaptă *AB* reprezintă proiecția planului vertical de secționare a reliefului;

— pe această linie se așază marginea hîrtiei milimetrice (sau a unei hîrtii obișnuite) pe care se va construi profilul. Pe marginea hîrtiei se raportează prin linioare toate punctele caracteristice de pe linia *AB*: curbele de nivel, cotele, punctele de intersecție cu talvegul văilor, cumpenele de ape etc., în dreptul cărora se trec valorile respective (fig. 105 *b*);

— pe marginea stîngă a hîrtiei (fig. 105 *b*), după ce a fost scoasă de pe hartă, se întocmește o scară arbitrară a înălțimilor, care va cuprinde valorile curbelor de nivel intersectate de linia profilului și valorile altitudinale ale punctelor caracteristice; intervalul dintre liniile orizontale ale acestei scări va fi considerat convențional drept echidistanță a hărții;

FIG. 105



— se trece la stabilirea punctelor de contur ale profilului: acestea se obțin la intersecția perpendicularelor ridicate pe dreapta AB din fiecare punct caracteristic, cu liniile orizontale ale scării înălțimilor, corespunzătoare altitudinilor punctelor caracteristice respective;

– toate punctele obținute se unesc printr-o linie curbă continuă, ușor rotunjită, care va reprezenta profilul formei terenului pe direcția considerată.

De regulă, pentru ca profilurile să fie mai expresive, mai clare, scara înălțimilor se construiește într-un raport mai mare față de scara orizontală. Acest lucru conduce la deformarea reprezentării pantelor, pe care le mărește; de aceea profilul nu dă o imagine corectă asupra unghiurilor de pantă în grade, ci numai asupra caracterului formelor de relief și vizibilității dintre puncte.

Profilul construit prin raportarea de pe hartă a tuturor curbelor de nivel și a punctelor caracteristice se numește profil complet (cazul fig. 105 *b*).

7.2.2 Profilul simplificat

În cazul unor zone în care curbele de nivel sînt dese (regiuni muntoase), construirea unor profiluri complete devine greoaie: de aceea, pentru operativitate, se construiește un așa-numit profil simplificat. Pentru construirea profilului simplificat pe marginea hîrtiei se raportează numai curbele de nivel de la schimbările de pantă și punctele caracteristice, neglijînd celelalte curbe de nivel.

Diferențele dintre un profil complet și unul simplificat sînt neesențiale; de aceea în lucrările practice este convenabil, dar și suficient, să se construiască profiluri simplificate. Construcția profilului simplificat se face la fel cu cea prezentată mai sus, pentru profilul complet.

7.2.3 Profilul unei linii frînte

În timp de campanie se ivesc dese situații, în care profilul trebuie construit în lungul unei șosele sau a unui itinerar dinainte stabilit; în astfel de situații, acesta se construiește după o linie frîntă. Linia de profil va fi considerată pe axul șoselei sau itinerarului respectiv. Construcția profilului în lungul liniei frînte se va face pe fiecare segment, în același fel ca și pentru o linie dreaptă.

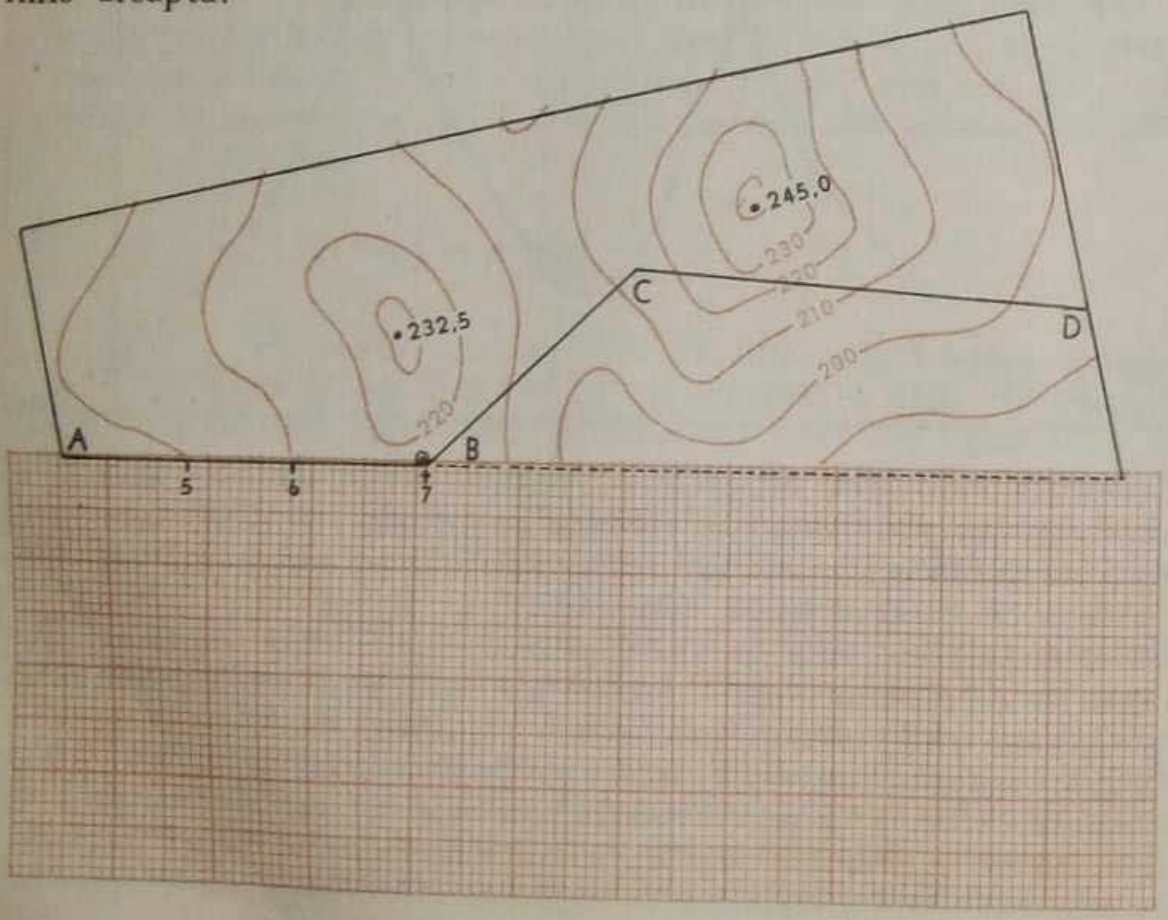


FIG. 106

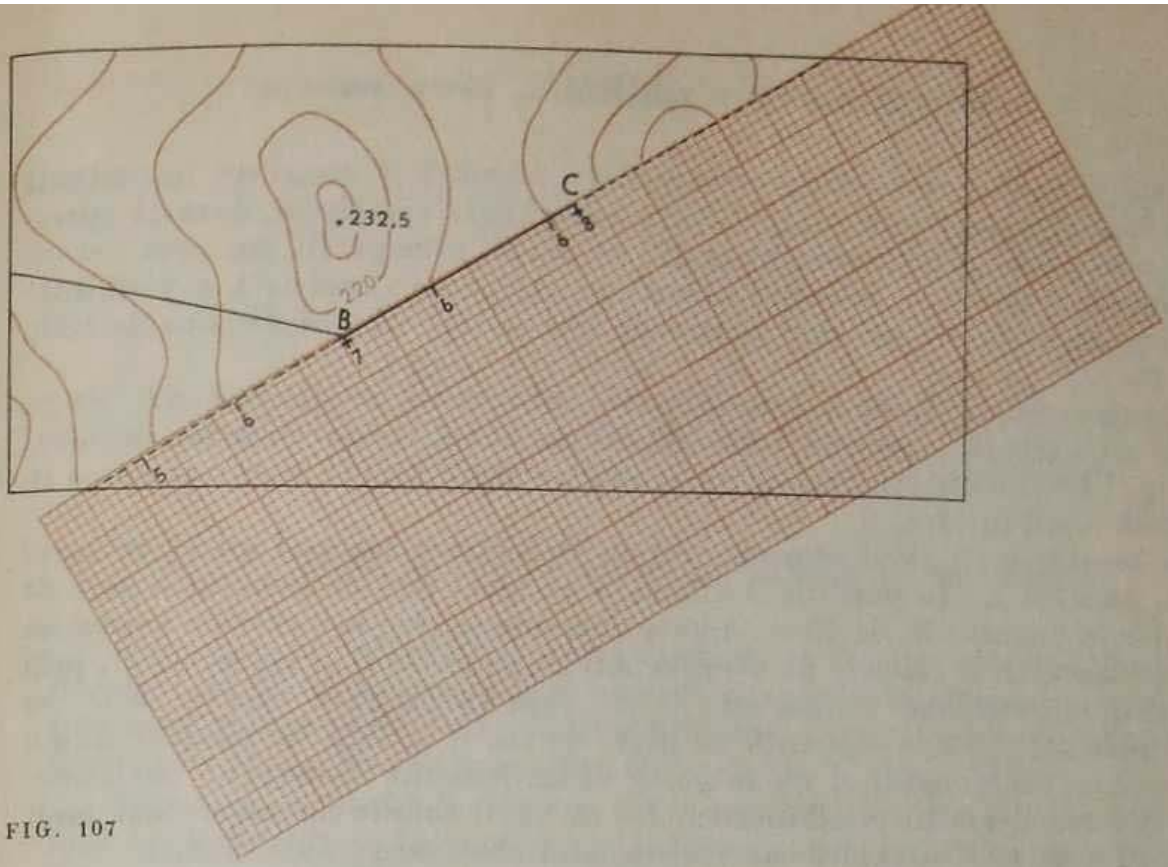


FIG. 107

Pentru exemplificare, să presupunem că este necesar să se construiască profilul unei șosele. Operațiile pentru construcția profilului se vor desfășura astfel:

— Pe prima porțiune a drumului (fig. 106 segmentul *AB*) se așază marginea hîrtiei milimetrice, pe care se raportează prin linioare curbele de nivel și punctele caracteristice (pomi, case etc.). Linioarele vor fi numerotate, ținîndu-se seamă ca curbele de nivel de aceeași înălțime să aibă același număr de ordine. Pentru a nu pierde timp cu determinarea numărului exact de curbe de nivel, prima va fi numerotată cu o cifră oarecare, de exemplu 5, față de care se vor numerota în ordine crescîndă celelalte curbe de nivel. Punctul de frîntură al drumului (punctul *B*) se marchează pe marginea hîrtiei milimetrice cu o cruciuliță.

— Hîrtia milimetrică se așază pe a doua porțiune a drumului, începînd de la cruciuliţa marcată (fig. 107 segmentul *BC*), executîndu-se aceleași operații ca și pe segmentul anterior; la fel va continua lucrul pentru toate segmentele de pe traseu.

— După ce s-a terminat raportarea tuturor segmentelor pe hîrtia milimetrică, se trece la construcția profilului, la fel ca în cazul prezentat mai sus.

— Sub profilul desenat se trasează schematic șoseaua, cu punctele sale de frîntură. Direcția spre care coteşte șoseaua se arată în aceste puncte prin săgeți; lîngă săgeți se scriu azimutele magnetice, pentru a folosi la nevoie la deplasarea cu busola (fig. 108).

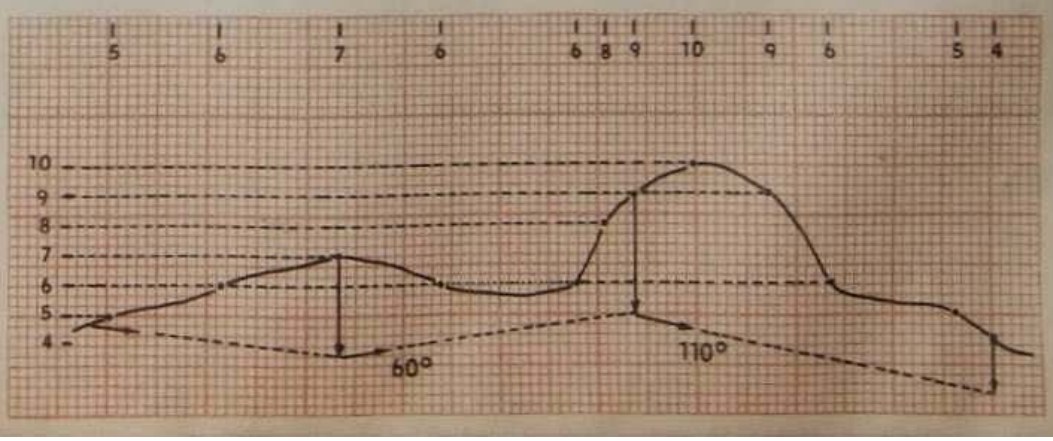


FIG. 108

7.3 Determinarea vizibilității între puncte

Determinarea vizibilității între puncte prezintă o deosebită importanță atît la lucrările geo-topografice, cît și în cele aplicativ militare. Această operație se poate face prin procedeul grafic pe hartă, prin profil sau prin calcul.

Procedeul grafic se folosește pentru determinarea expeditivă a vizibilității direct pe hartă, atunci cînd pentru această operație nu se dispune de timp suficient.

Presupunem că trebuie determinată vizibilitatea pe direcția AB, de pe o foaie de hartă la scara de 1:25 000, avînd echidistanța curbelor de nivel 5 m (fig. 109). Pe direcția respectivă se găsește obstacolul O, care s-ar putea să împiedice vizibilitatea.

Se consideră cu nivel zero punctul cu altitudinea cea mai mică; în cazul figurii, punctul A. În punctul O diferența de nivel față de punctul A este de 25 m, iar în punctul B, de 40 m. Aceste diferențe se trec la o scară convenabilă pe perpendicularele ridicate pe dreapta AB în punctele O și respectiv B, prin diviziuni, reprezentînd fiecare cîte 5 m. Prin prelungirea dreptei $B'O'$ se obține punctul A' la o diferență de nivel de cca 8 m față de punctul A. Cu alte cuvinte, din punctul A nu se poate vedea punctul B, datorită obstacolului O. Pentru a realiza vizibilitatea, fie că va fi folosit un copac mai înalt de 8 m, fie că va fi necesară construirea unui observator înalt de 8 m.

Dacă se dispune de timp pentru determinarea vizibilității, va fi construit un profil pe o hîrtie milimetrică sau pe altă hîrtie corespunzătoare (fig. 110), după regulile expuse anterior.

Pentru a cunoaște dacă din punctul A se vede punctul B, vom trasa raza vizuală din punctul A peste obstacolul O. Se observă din figură că punctul B nu poate fi văzut, decît dacă în punctul A ne vom ridica cu 8 m, rezultat care este același cu cel obținut în cazul precedent.

În cazurile cînd se dispune de timp suficient sau se cere o precizie mai mare, determinarea vizibilității între puncte se va face pe bază de calcule, așa cum se arată la 13.7.

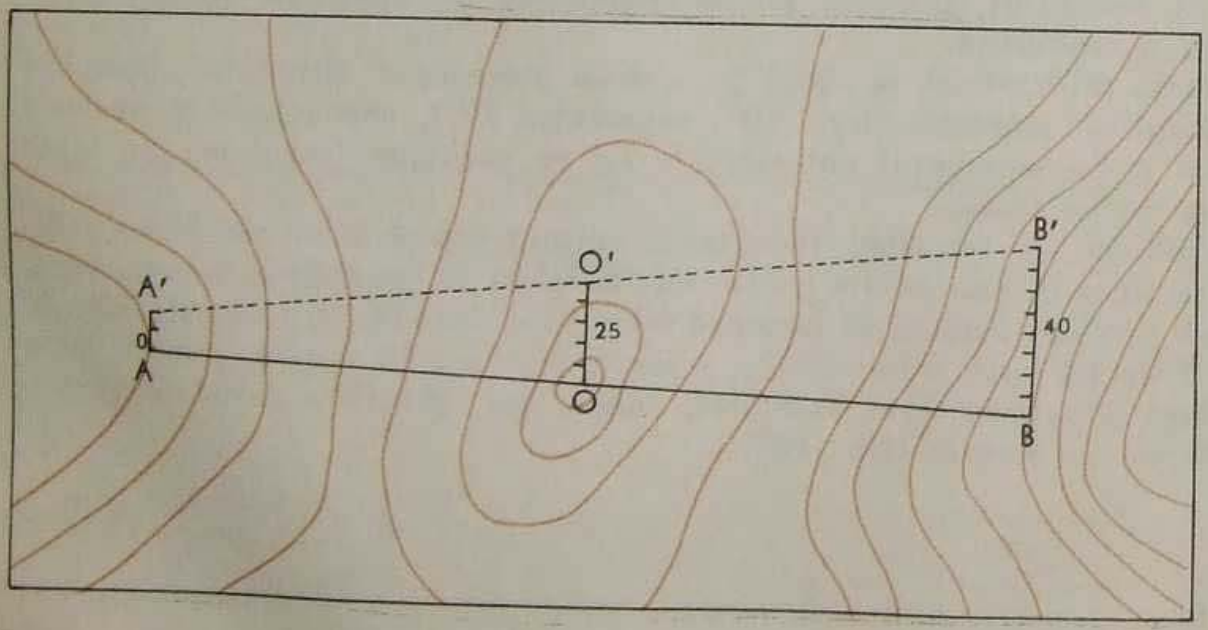
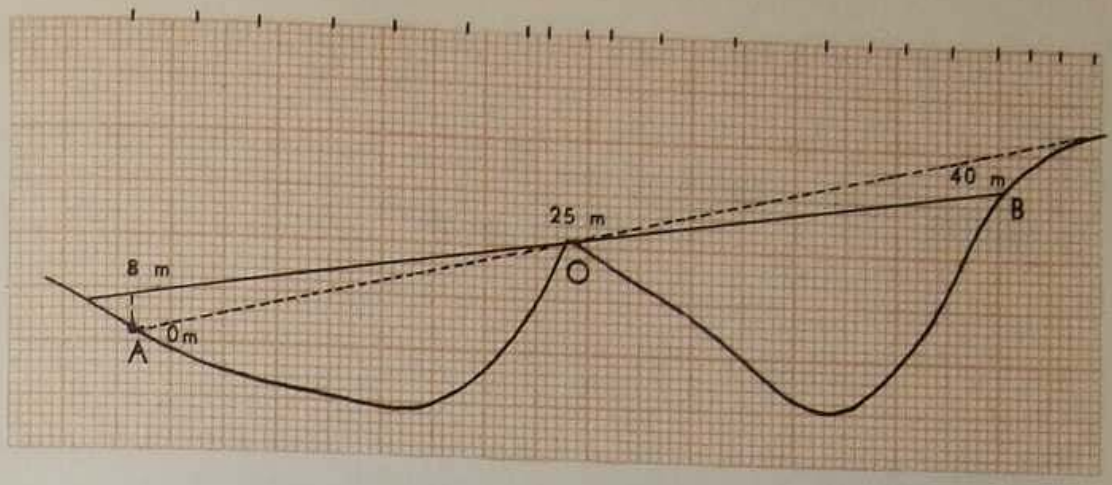


FIG. 109

FIG. 110



7.4 Determinarea zonelor văzute și nevăzute

Determinarea zonelor văzute și nevăzute se face cu ajutorul profilurilor. Pe harta de lucru din punctul de observație stabilit se trasează cîteva direcții spre zona în care trebuie stabilită vizibilitatea. Pe aceste direcții se construiesc profilurile respective, de exemplu, *OA*, *OB* și *OC* (fig. 111).

Numărul de profiluri depinde de caracteristicile formelor de teren. Este bine ca profilurile să fie construite pe aceeași foaie de hîrtie; după ce se construiește primul profil se îndoaie hîrtia, după care se construiește cel de-al doilea profil ș.a.m.d. Pentru a fi mai sugestive, pe aceste profiluri se pot raporta schematic și acoperirile din zonă, ca de exemplu, păduri, case și alte obiective, scoțînd în evidență mai ales punctele predominante ale reliefului.

Pe profilurile construite din punctul de observație se trasează raze vizuale tangente la părțile cele mai ridicate ale formelor de teren (fig. 112), însemnînd prin haşurare zonele ce nu se văd. După determinarea zonelor văzute și nevăzute pe profilurile construite, se raportează pe hartă punctele care se-

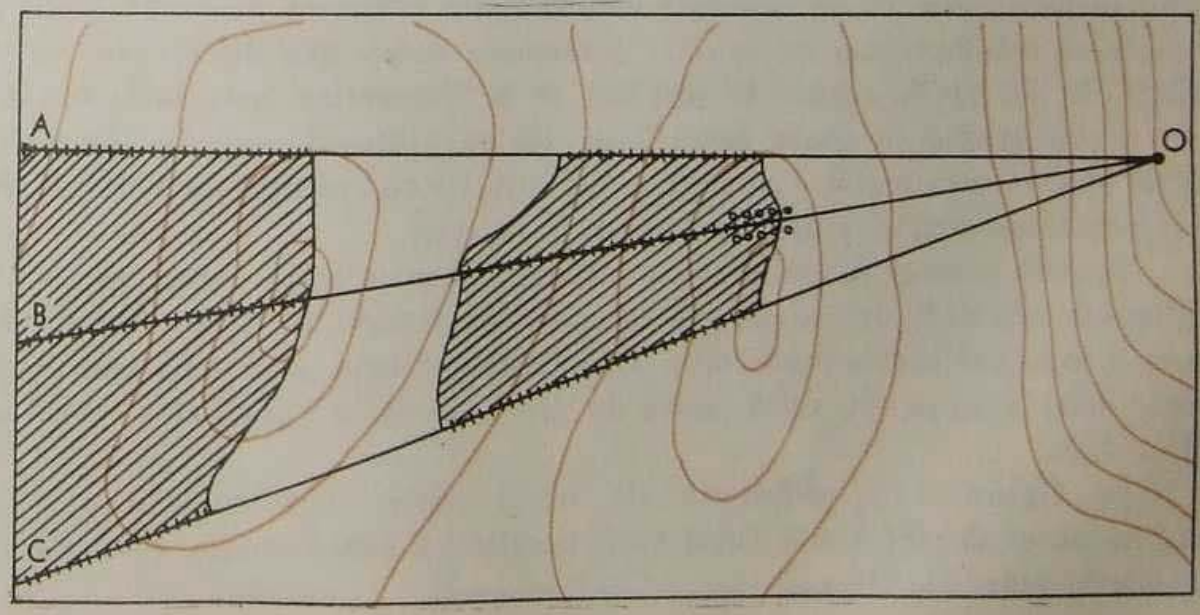


FIG. 111

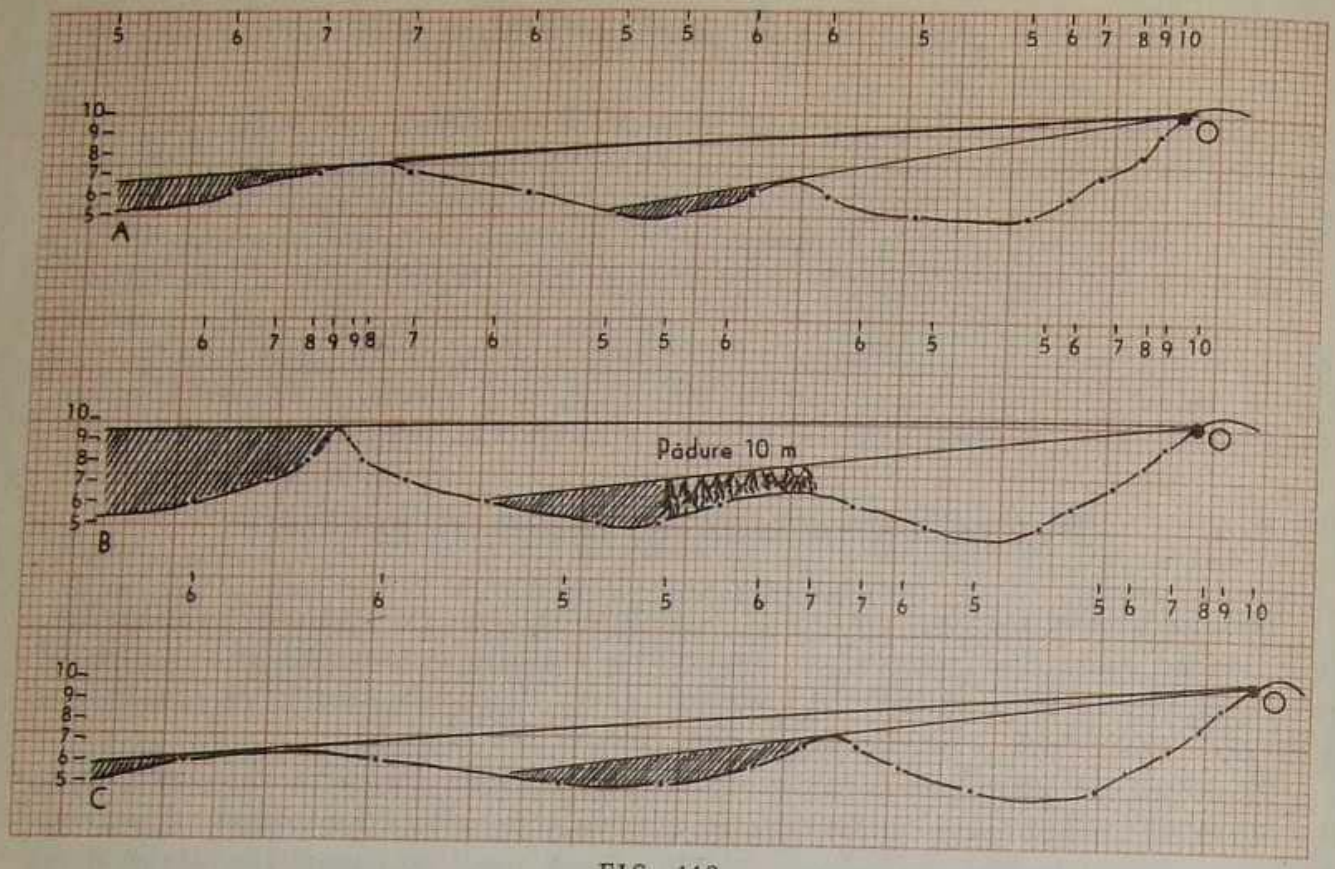


FIG. 112

pară partea vizibilă a profilurilor de cea nevăzută. Prin unirea acestor puncte pe hartă se obțin zonele nevăzute care, pentru ușurința studiului terenului, vor fi haşurate aşa cum se vede în figura 111.

7.5 Determinarea echidistanței

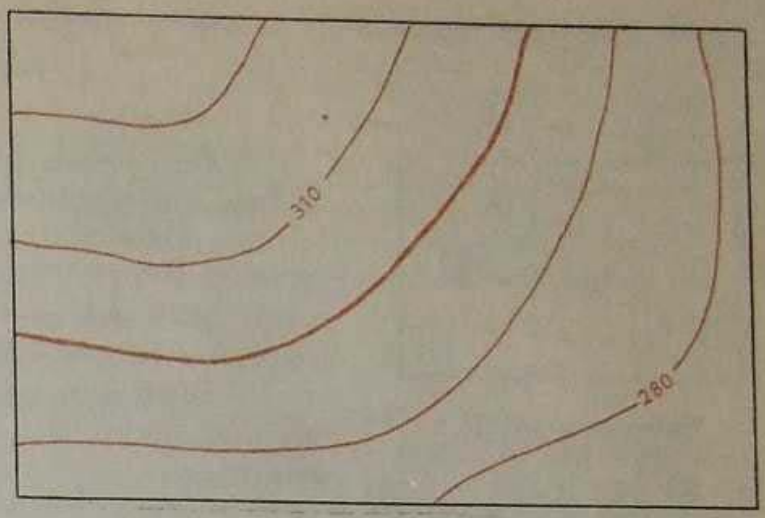
În practică se ivesc deseori cazuri, mai ales cu ocazia întrebuințării hărților străine, cînd nu se cunoaște echidistanța curbelor de nivel. Cum fără cunoașterea echidistanței nu se pot determina cotele sau diferențele de nivel pe hărți, în astfel de cazuri se impune să se determine mai întîi echidistanța.

Echidistanța se poate determina fie cu ajutorul curbelor de nivel sau a două puncte cotate aflate pe același versant, fie cu ajutorul curbelor de nivel sau al punctelor cotate aflate pe versanți diferiți.

Pentru primul caz, din cota cea mai mare se scade cota cea mai mică și diferența obținută se împarte la numărul de intervale dintre curbele de nivel care încadrează cotele respective. Bineînțeles că este mult mai ușor să se determine echidistanța din două curbe de nivel ale căror valori sînt scrise pe hartă (fig. 113.)

În figura 113, diferența de nivel dintre valorile curbelor este 30 m; numărul de intervale fiind trei, rezultă că echidistanța curbelor de nivel normale este de 10 m.

FIG. 113



Pentru a determina echidistanța cu ajutorul a două puncte cotate plasate pe versanți diferiți, va fi necesar să găsim în prealabil numărul de intervale, pentru fiecare dintre cele două cote, față de o curbă de nivel comună (fig. 114).

În figura de mai jos, cota 311,4 m se găsește la un interval față de curba de nivel principală, iar cota 330,2 m, la trei intervale față de aceeași curbă de nivel, ceea ce înseamnă că punctul cu cota 311,4 m se află cu două echidistanțe mai jos decît punctul cu cota de 330,2 m.

Diferența dintre cele două cote este 18,8 m; pentru a afla echidistanța, această diferență o împărțim la 2 și obținem 9,4 m. Echidistanța este însă totdeauna un număr întreg de obicei multiplu de 5. De aceea, în cazul nostru, prin rotunjirea rezultatului, echidistanța este de 10 m. Diferența provine din faptul că punctele cotate nu se găsesc plasate decît foarte rar chiar pe curbele de nivel.

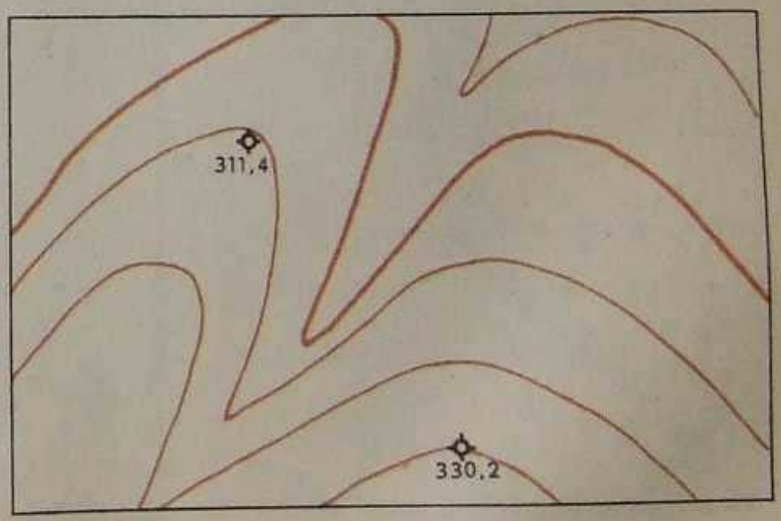


FIG. 114

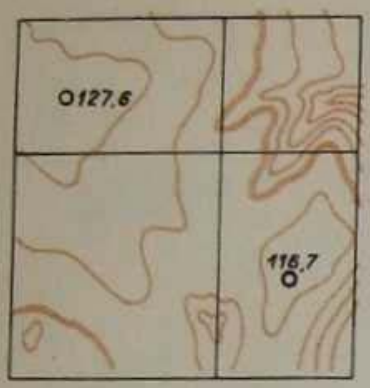


FIG. 115

7.6 Determinarea diferențelor de nivel și a cotelor

Determinarea pe hărți a diferențelor de nivel se face ținîndu-se seamă de următoarele situații:

— Dacă punctele ale căror diferențe de nivel vrem să le determinăm se află pe aceeași curbă de nivel, înseamnă că au aceeași cotă; deci diferența de nivel dintre ele este egală cu zero.

— Dacă punctele respective au cota înscrisă pe hartă, diferența de nivel dintre ele este chiar diferența dintre cote.

Exemplu: diferența de nivel dintre cele două puncte cu cota 127,6, respectiv 116,7 (fig.115), este egală cu diferența cotelor; deci

$$\Delta h = 127{,}6 - 116{,}7 = 10{,}9 \text{ m}.$$

— În toate celelalte cazuri, pentru a determina diferența de nivel dintre două puncte, este necesar să se cunoască echidistanța curbelor de nivel de pe harta respectivă.

Astfel de cazuri, concretizate, pot fi următoarele:

— Să se determine diferența de nivel dintre punctul geodezic cu cota 151,3 m și pomul izolat, cunoscînd că echidistanța curbelor de nivel este de 10 m (fig. 116 *a*). Întrucît curba de nivel cu valoarea de 100 m trece chiar prin baza semnului convențional de pom izolat, diferența de nivel este egală cu diferența dintre cota punctului geodezic și valoarea acelei curbe de nivel; deci

$$\Delta h = 151{,}3 - 100 = 51{,}3 \text{ m}.$$

Identic se procedează și în cazul în care prin semnele convenționale a două puncte, a căror diferență de nivel trebuie determinată, trec două curbe de nivel de valori diferite.

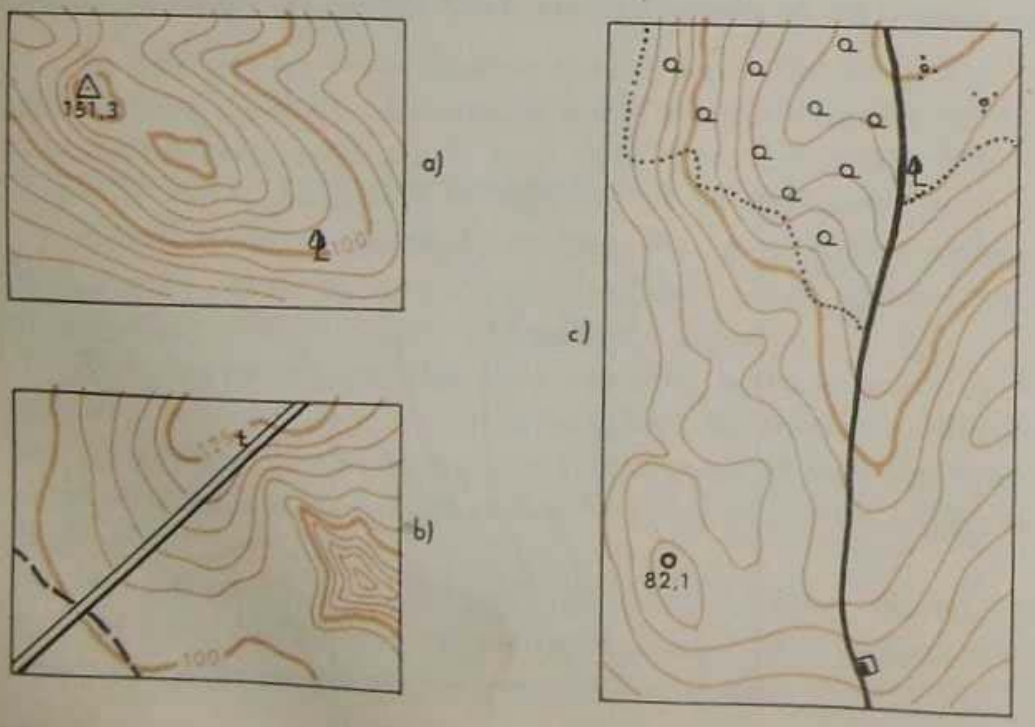


FIG. 116

— Să se determine diferența de nivel dintre crucea izolată de lîngă șosea și intersecția acesteia cu drumul de care (fig. 116 *b*), ambele puncte fiind plasate între curbele de nivel. Privind valorile înscrise pe cele două curbe de nivel din figură, se poate deduce cu ușurință că echidistanța curbelor de nivel este egală cu 5 m. Crucea izolată se află mai jos decît curba de nivel cu valoarea de 125 m, cu aproximativ 0,5 din echidistanță, adică cu $5 \times 0{,}5 = 2{,}5$ m; deci cota crucii izolate este $125 - 2{,}5 = 122{,}5$ m. Intersecția șoselei cu drumul de care este mai sus decît curba de nivel cu valoarea de 100 m, cu aproximativ 0,2 din echidistanță, adică cu $5 \times 0{,}2 = 1$ m; deci cota intersecției este $100 + 1 = 101$ m. Făcînd diferența dintre cele două cote obținute, se află diferența de nivel; deci

$$\Delta h = 122{,}5 - 101 = 21{,}5 \text{ m.}$$

— Să se determine diferența de nivel dintre casa izolată și pomul izolat, cunoscînd că echidistanța hărții este de 10 m (fig. 116 *c*). Privind figura, se deduce cu ușurință că valoarea curbei de nivel ce înconjoară punctul cu cota 82,1 este egală cu 80 m; deci cea imediat inferioară este de 70 m. Casa izolată se găsește cu aproximativ 0,5 din echidistanță mai jos, adică cu $10 \times 0{,}5 = 5$ m; deci cota casei izolate este $70 - 5 = 65$ m. Numărînd spre pomul izolat curbele de nivel, începînd cu cea care are valoarea de 70 m, se deduce valoarea curbei de nivel de lîngă pomul izolat, care este de 140 m. Dar pomul se află mai sus cu aproximativ 0,3 din echidistanță, adică cu $10 \times 0{,}3 = 3$ m; deci cota acestuia este $140 + 3 = 143$ m. Făcînd diferența dintre aceste două cote, se află diferența de nivel căutată; deci

$$\Delta h = 143 - 65 = 78 \text{ m.}$$

Din cele de mai sus reiese faptul că, cota absolută a unui punct oarecare de pe hartă se calculează față de cea mai apropiată curbă de nivel a cărei valoare este cunoscută sau față de cota înscrisă pe hartă a unui alt punct apropiat.

Pentru determinarea mai precisă a cotei unui punct P plasat între două curbe de nivel de valori cunoscute se procedează astfel (fig. 117):

Prin punctul P se duce perpendiculara AB la ambele curbe de nivel; segmentul AB va fi drumul cel mai scurt între cele două curbe, prin acest punct. Admitem de la început că pe direcția AB terenul coboară în pantă relativ uniformă. Cu o riglă se măsoară în milimetri distanța AB și distanța AP (sau BP).

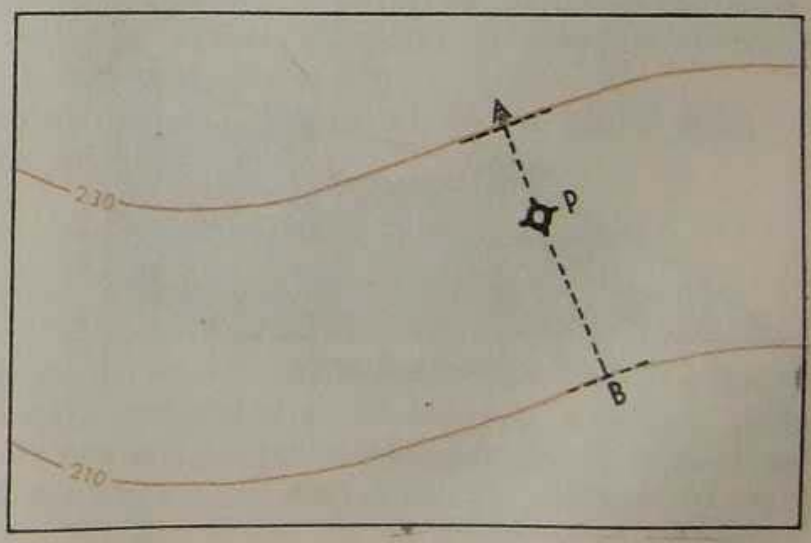


FIG. 117

Exemplu: presupunem că măsurînd, am găsit $AB = 20$ mm și $AP = 7$ mm. Diferența de nivel dintre cele 2 curbe de nivel, respectiv dintre punctele A și B, este de 20 m. Aplicînd regula de trei simplă, determinăm diferența de nivel a punctului P față de punctul A, pe care o găsim egală cu 7 m. Cota punctului P se obține ușor, prin scăderea diferenței de nivel calculată mai sus din cota punctului A, adică $230 - 7 = 223$ m. Dacă măsurăm segmentul BP, atunci diferența de nivel calculată, 13 m, se va aduna la cota punctului B, adică $210 + 13 = 223$ m.

7.7 Determinarea unghiului de pantă

Reprezentarea pe hărți a reliefului prin curbe de nivel permite determinarea cu ușurință a unghiului de pantă al terenului. Cunoașterea acestuia are o importanță deosebită, mai ales în cazurile cînd se organizează și se planifică diferite acțiuni de luptă într-un teren frămîntat.

Pe hărți curbele de nivel reprezintă relieful terenului în trepte (fig. 118). Înălțimea h a unei trepte este chiar echidistanța, iar lățimea treptei — reprezentînd distanța dintre două curbe de nivel — este proiecția orizontală a pantei, respectiv distanța redusă la orizont. Cu cît această distanță se mărește, cu atît panta terenului se micșorează și invers; cu alte cuvinte, cu cît curbele de nivel sînt mai apropiate (mai dese), cu atît unghiul de pantă este mai mare și invers.

Din cele de mai sus reiese că panta terenului (unghiul de pantă) se determină cu ajutorul echidistanței și al distanței reduse la orizont. Considerînd o pantă oarecare din teren elementele acesteia sînt arătate în figura 119.

Aceste elemente sînt legate între ele prin următoarele relații:

— În cazul cînd unghiul de pantă este constant, cu cît diferența de nivel este mai mare, cu atît se mărește și distanța redusă la orizont și invers; cu alte cuvinte, distanța redusă la orizont este direct proporțională cu diferența de nivel.

— De cîte ori se mărește unghiul de pantă, de atîtea ori se micșorează distanța redusă la orizont; cu alte cuvinte, distanța redusă la orizont este invers proporțională cu unghiul de pantă. Această relație nu poate fi considerată corectă decît numai din punct de vedere practic și numai pentru unghiuri de pantă sub 25°.

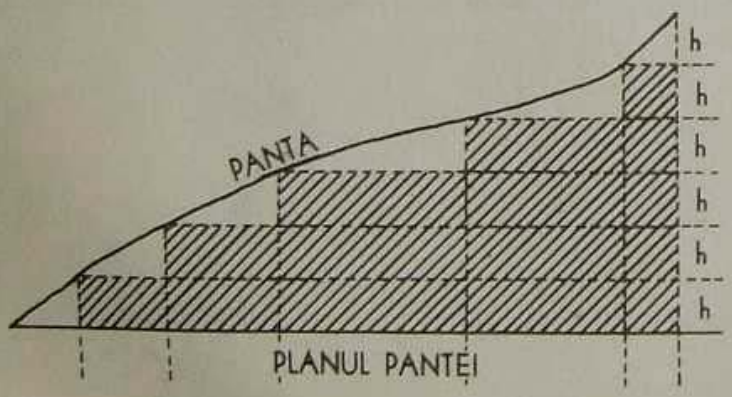


FIG. 118

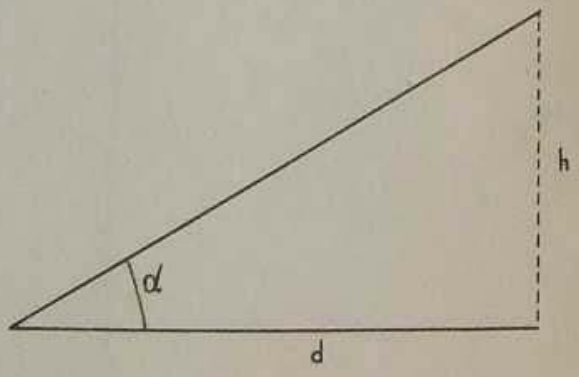


FIG. 119

α = unghiul de pantă; h = diferența de nivel; d = distanța redusă la orizont.

Este cunoscut din trigonometrie că dintr-un triunghi dreptunghi (fig. 119) se poate scrie relaţia:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{d}$$

sau:

$$d = \frac{h}{\operatorname{tg}\alpha}.$$

Formulele confirmă matematic că distanţa redusă la orizont este direct proporţională cu diferenţa de nivel şi invers proporţională cu tangenta unghiului de pantă.

Tot din trigonometrie se cunoaşte că cu o oarecare aproximaţie şi cu valabilitate pentru unghiuri pînă la 25° avem:

$$\operatorname{tg} 1^\circ = \frac{1}{60} ; \operatorname{tg} 2^\circ = \frac{2}{60} ; \operatorname{tg} 3^\circ = \frac{3}{60} \text{ etc.},$$

deci se poate scrie că:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\alpha}{60}.$$

Înlocuind valoarea tg α, în formula scrisă mai sus, se obţine:

$$\frac{\alpha}{60} = \frac{h}{d},$$

de unde:

$$\alpha^\circ = \frac{h}{d} \cdot 60.$$

Exprimînd în cuvinte formula stabilită, unghiul de pantă al terenului obţinut în grade este egal cu raportul dintre diferenţa de nivel şi distanţa redusă la orizont, înmulţit cu numărul constant 60.

Unghiul de pantă al terenului se poate determina de pe hartă, folosind unul din procedeele descrise în cele ce urmează.

7.7.1 **Prin calcul**

Distanţa orizontală se măsoară în metri (făcîndu-se raportul de scară), iar diferenţa de nivel tot în metri, numărînd echidistanţele cuprinse între punctele considerate. În funcţie de profilul pantei, unghiul de pantă se măsoară pentru toată panta în cazul cînd aceasta este uniformă sau pe porţiuni în cazul cînd nu este uniformă.

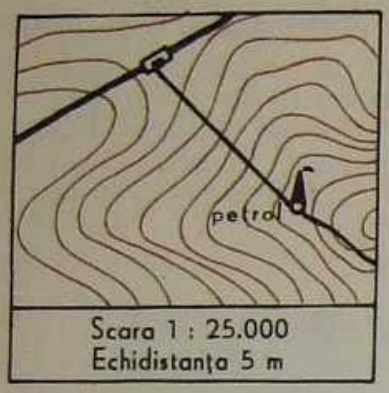


FIG. 120

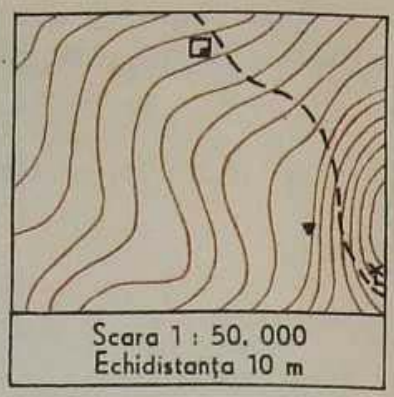


FIG. 121

Exemplu: să se determine panta terenului pentru drumul de la stația de cale ferată la sonda de petrol (fig. 120). După configurația curbelor de nivel se poate constata cu ușurință că panta este uniformă. Se măsoară pe hartă și se calculează distanța dintre stația de cale ferată și sonda de petrol, care este egală cu 450 m. Diferența de nivel este egală cu 35 m (7 intervale a 5 m echidistanță). Aplicînd formula, rezultă că unghiul de pantă pe drumul considerat este de:

$$\alpha^\circ = \frac{h}{d} \cdot 60 = \frac{35}{450} \cdot 60 = 4^\circ,7.$$

Să considerăm acum cazul unei pante neuniforme, cînd calculul unghiului de pantă se face separat pe porțiuni uniforme.

Exemplu: să se determine panta terenului de la casa izolată la moara de vînt (fig. 121). Se observă că panta terenului este mai mică de la casa izolată pînă la piatra izolată, iar de aici pînă la moara de vînt este mai mare; deci calculul unghiului de pantă se va face separat pe cele două porțiuni ale pantei. Între casa izolată și piatra izolată distanța măsurată este de 950 m, iar diferența de nivel de 50 m. Aplicînd formula, unghiul de pantă pentru această porțiune este:

$$\alpha^\circ = \frac{50}{950} \cdot 60 = 3^\circ.$$

Între piatra izolată și moara de vînt distanța măsurată este de 400 m, iar diferența de nivel de 45 m. Procedînd ca mai sus se obține:

$$\alpha^\circ = \frac{45}{400} \cdot 60 = 6^\circ, 6.$$

7.7.2 Cu ajutorul scării pantelor

În afara cadrului hărții, pe latura de sud, se găsește și scara pantelor care folosește pentru determinarea unghiurilor de pantă din cuprinsul hărții respective. Scara pantelor este construită atît pentru echidistanța curbelor de nivel normale, cît și pentru cea a curbelor de nivel principale. Pe linia orizontală a bazei scării pantelor sînt scrise unghiurile de pantă. Perpendicular pe această bază se ridică linii, ale căror lungimi sînt egale cu distanțele orizontale la scara hărții, corespunzătoare unghiurilor de pantă înscrise sub ele. Capetele acestor linii sînt unite printr-o linie curbă continuă, cu ajutorul căreia se pot afla, prin interpolare, unghiurile de pantă căutate.

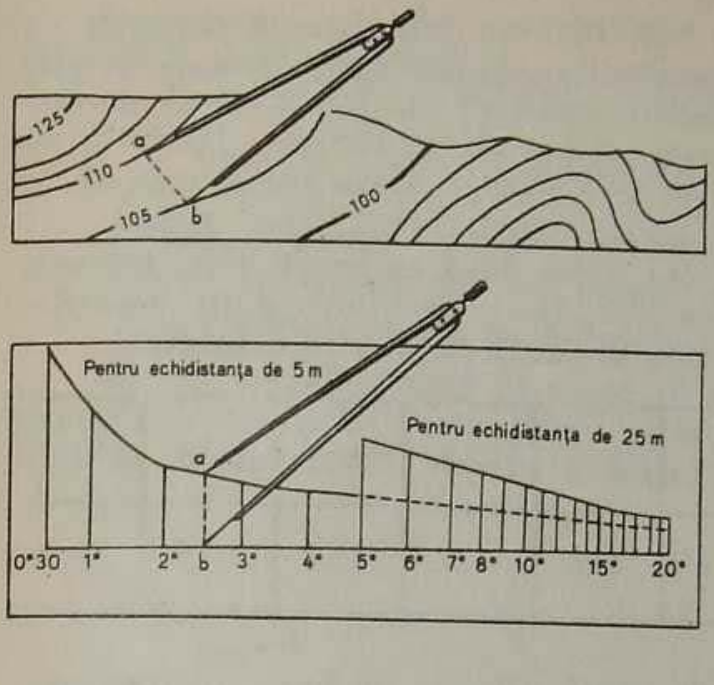


FIG. 122

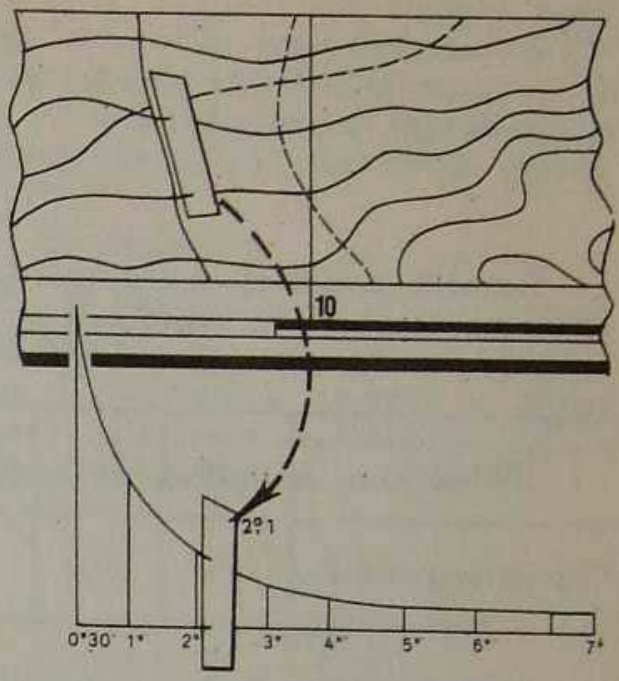


FIG. 123

Pentru a determina un unghi de pantă din cuprinsul hărții se procedează astfel: cu ajutorul unui compas (fig. 122) sau cu o bucățică de hîrtie (fig. 123) se măsoară distanța de pe hartă dintre curbele de nivel între care se caută unghiul de pantă; se urmărește apoi încadrarea acestei distanțe marcate pe hîrtie sau în deschizătura compasului pe scara pantelor în așa fel, încît o extremitate să se suprapună pe baza orizontală a scării, iar cealaltă în poziție verticală față de prima, pe curba scării. Se citește apoi pe baza orizontală a scării unghiul de pantă căutat, interpolîndu-se dacă este cazul. Se va avea în vedere ca scara grafică să corespundă echidistanței curbelor de nivel considerate. În exemplele prezentate în figurile 122 și 123 unghiurile de pantă între curbele normale sînt: $\alpha^\circ = 2^\circ,5$ și respectiv $\alpha^\circ = 2^\circ,1$.

Pe hartă este construită scara combinată a pantelor, adică pe aceeași scară se găsesc atît curba valorilor pentru echidistanța curbelor de nivel normale, cît și cea pentru echidistanța curbelor de nivel principale (fig. 122). Folosirea unei astfel de scări combinate ușurează determinarea unghiului de pantă pe porțiunile accidentate, unde curbele de nivel normale sînt prea dese și unde este indicată scara pantelor cu echidistanță principală.

7.7.3 Din vedere, prin apreciere

Acest procedeu constă în a compara din vedere intervalul dintre două curbe de nivel alăturate cu un segment de 1 cm. În prealabil se calculează valoarea unghiului de pantă corespunzător unei distanțe reduse la orizont egală cu 1 cm pe harta cu care se lucrează și se reține această valoare. Determinarea unghiului de pantă din vedere, prin apreciere, se face cu aplicarea

următoarei reguli: cu cît distanța redusă la orizont dintre două curbe de nivel alăturate este mai mică decît 1 cm, cu atît unghiul de pantă este mai mare decît unghiul corespunzător unui segment de 1 cm.

De exemplu, pe o hartă la scara 1:50 000, cu echidistanța curbelor de nivel normale de 10 m, unghiul de pantă corespunzător unei distanțe reduse la orizont de 1 cm este:

$$\alpha^\circ = \frac{10}{500} \cdot 60 = 1^\circ,2.$$

Rezultă că pentru o distanță de 1 cm, între două curbe de nivel normale alăturate, unghiul de pantă este egal cu 1°,2. Deci, conform regulii amintite, poate fi stabilit un tabel al pantelor, care să poată fi folosit cu ușurință.

Distanța	0,1 cm	0,2 cm	0,3 cm	0,4 cm	0,5 cm	1,0 cm	2,0 cm	4,0 cm
Unghiul de pantă α	12°,0	6°,0	4°,0	3°,6	2°.4	1°.2	0°,6	0°,4

Trebuie reținut faptul că unghiul de pantă măsurat pe hartă, corespunzător distanței reduse la orizont egală cu 1 cm, depinde atît de scara hărții, cît și de echidistanța curbelor de nivel normale. Pentru valorile echidistanței curbelor de nivel normale, egale cu 5, 10, 20 și 40 m pe hărțile cu scările 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 și 1:200 000, unghiul de pantă corespunzător distanței reduse la orizont de 1 cm este același și egal cu 1°.2 sau rotunjit 1°. Aceasta se datorește faptului că raportul dintre echidistanța și scara pentru hărțile amintite este constant 1/5. În situația cînd acest raport nu se păstrează, se înțelege că nici regula de mai sus nu poate fi aplicată, iar valoarea unghiului de pantă se determină așa cum s-a arătat la 7.7.

Iată un exemplu de aplicare a regulii amintite: segmentul de 1 cm aflat pe o pantă acoperă 8 intervale de curbe de nivel (harta la scara 1:100 000 cu echidistanța normală de 20 m). Unghiul de pantă va fi:

$$\alpha^\circ = 1^\circ,2 \times 8 = 9^\circ,6.$$

Ca verificare:

$$\alpha^\circ = \frac{160}{1\,000} \cdot 60 = 9^\circ,6.$$

Procedeul poate fi folosit cu bune rezultate atunci cînd este vorba de unghiuri de pantă mai mici de 25°.

7.8 Determinarea suprafețelor

Suprafața unui teren este determinată în planul de proiecție, fie grafic — prin dimensiunile figurii geometrice corespunzătoare conturului său, fie mecanic — cu ajutorul planimetrelor.

7.8.1 Prin metoda grafică

În general, metodele grafice sînt expeditive, ele asigurînd o precizie suficientă pentru lucrările în scopuri militare (precizia evaluării suprafețelor depinde în mare măsură de scara planului, cu care este într-un raport direct proporțional, precum și de forma suprafeței). În cadrul metodelor grafice se disting următoarele cazuri:

— cînd poligonul are un număr mic de laturi;

— cînd poligonul are un număr mare de laturi;

— cînd poligonul are ca laturi și linii curbe.

Metoda grafică constă în aceea că zona de calculat se împarte în figuri geometrice regulate — triunghiuri și trapeze — ale căror suprafețe se calculează și se însumează, pentru a obține suprafața întregului poligon.

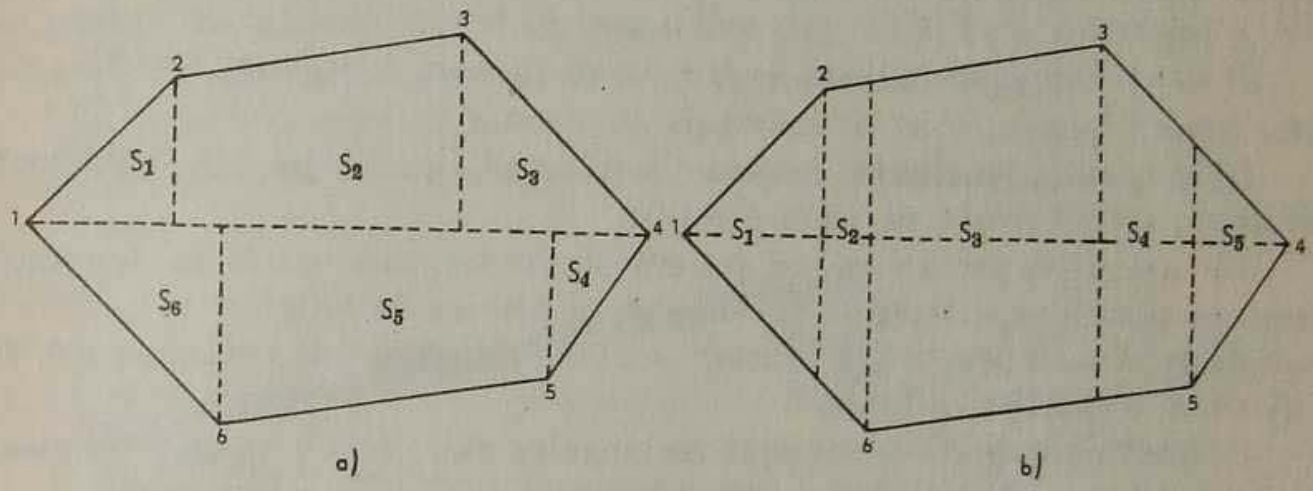


FIG. 124

Poligonul din figura 124 poate fi descompus în triunghiuri și trapeze, ale căror suprafețe pot fi calculate după formulele cunoscute: pentru triunghi $S = \frac{bh}{2}$ și pentru trapez $S = \frac{(B + b)\,h}{2}$, în care h este înălțimea; desigur că pentru obținerea acestor suprafețe este necesară măsurarea bazelor și înălțimilor respective.

Suprafața S a poligonului este egală cu suma tuturor suprafețelor care o compun; astfel pentru figura 124 a, $S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6$, iar pentru figura 124 b, $S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5$.

Cînd limitele poligonului sînt linii curbe, atunci pentru determinarea suprafeței se folosește metoda trapezelor (fig. 125).

Metoda constă în împărțirea suprafeței $ABCD$ în trapeze de aceeași înălțime h, care au bazele p paralele, ridicate perpendicular pe latura AB. Suprafața poligonului se obține prin aplicarea formulei generale:

$$S = h\left(\frac{p_1}{2} + p_2 + p_3 + \ldots + p_n + \frac{p_n}{2}\right),$$

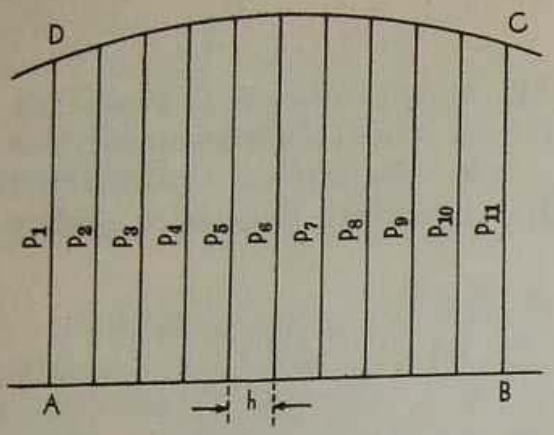


FIG. 125

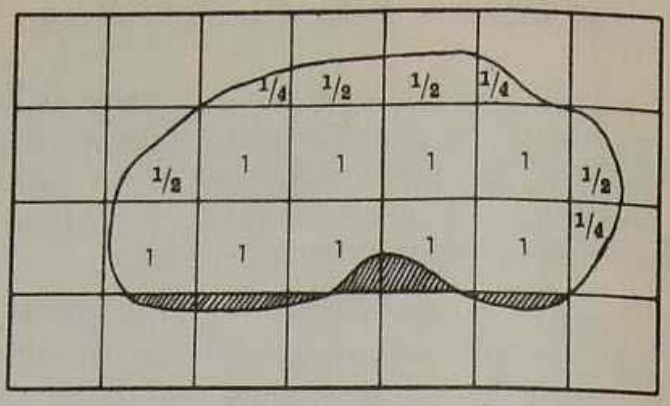


FIG. 126

în care p_1 și p_n reprezintă mărimile primei și respectiv ultimei baze a suprafeței. Pentru suprafața din figura 125 formula capătă forma:

$$S = h\left(\frac{p_1}{2} + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 + p_7 + p_8 + p_9 + p_{10} + \frac{p_{11}}{2}\right).$$

Dimensiunile lungimilor necesare la calculul suprafețelor vor fi măsurate pe hartă, ținînd seamă de scara acesteia.

Tot o metodă grafică este și metoda pătratelor, care constă în descompunerea pe plan a suprafeței de determinat în pătrate de latură dată și deci de suprafață, la scara respectivă. Această metodă este destul de aproximativă, dar suficientă scopurilor militare.

Pe hărțile topografice caroiajul rectangular constituie baza de determinare a suprafețelor, conform tabelului de mai jos.

Scara hărții	Latura pătratului caroiajului rectangular	Latura pătratului la scară	Suprafața pătratului
1: 25 000	4 cm	1 km	1 km²
1: 50 000	2 cm	1 km	1 km²
1: 100 000	2 cm	2 km	4 km²
1: 200 000	2 cm	4 km	16 km²

Exemplu: să presupunem că harta de lucru este la scara 1: 50 000 și deci suprafața unui pătrat din caroiajul rectangular este de 1 km².

În figura 126, porțiunile haşurate, compensîndu-se cele în plus cu cele în lipsă, nu mai sînt luate în considerare. Intră în calcul 9 pătrate întregi, 4 jumătăți și 3 sferturi de pătrate. Suprafața zonei considerate este deci:

$$S = (9 \times 1) + \left(\frac{4}{2} \times 1\right) + \left(\frac{3}{4} \times 1\right) = 9 + 2 + 0{,}75 \approx 12 \text{ km}^2.$$

Pentru folosirea procedeului geometric, poligonul a cărui suprafață trebuie determinată se descompune în triunghiuri cărora li se măsoară numai laturile. Calculul suprafeței triunghiului se face cu formula:

$$S = \sqrt{p \cdot (p-a) \cdot (p-b) \cdot (p-c)},$$

în care $p = \frac{a+b+c}{2}$ (a, b și c fiind laturile măsurate ale triunghiului).

Prin însumarea suprafețelor triunghiurilor se obține suprafața poligonului.

7.8.2 Prin metoda mecanică

Prin această metodă suprafețele se determină cu ajutorul planimetrelor. Planimetrele sînt aparate construite astfel, încît dacă se parcurge cu vîrful de urmărire al aparatului conturul suprafeței plane, pe tamburul rotiței gradate se poate citi valoarea suprafeței respective (fig. 127). Este avantajos a folosi planimetrul, în special pentru suprafețele cu contur neregulat.

Ca orice măsurare, și măsurările efectuate în vederea determinării suprafețelor sînt afectate de erorile pe care le conține harta la scara respectivă.

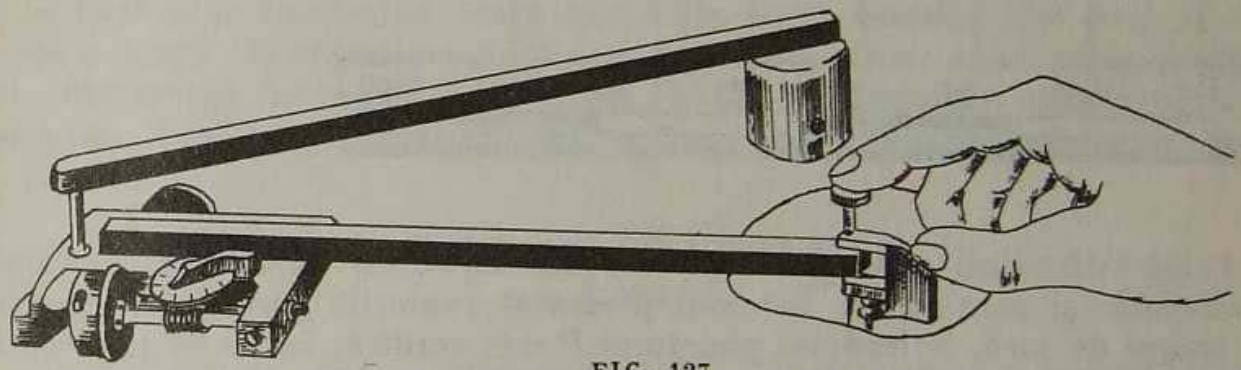


FIG. 127

7.9 Determinarea coordonatelor geografice ale unui punct

Cadrul geografic al hărților este construit așa cum s-a descris în capitolul 5, la 5.5.4.1.

Pentru a afla coordonatele geografice ale unui punct oarecare P de pe hartă este necesar a se duce prin acest punct paralele la cadrul geografic. Printr-o simplă interpolare liniară, ținînd seamă de gradațiile acestui cadru, se găsesc latitudinea și longitudinea punctului considerat.

Exemplu: în figura 128 punctul P are următoarele coordonate geografice: latitudinea $\varphi_p = 45°23'30''$ și longitudinea $\lambda_p = 20°47'40''$.

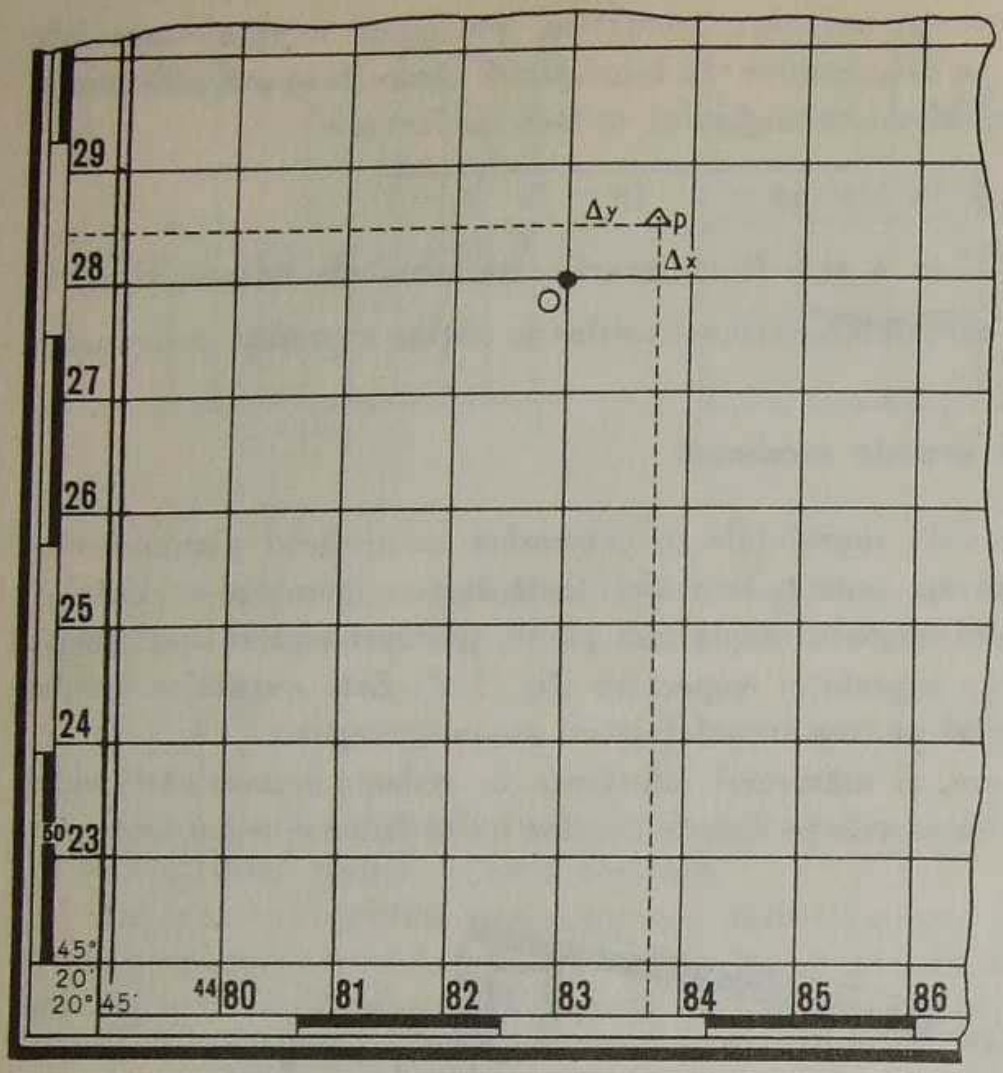


FIG. 128

Felul latitudinii şi longitudinii este dat de sensul de creştere a valorii meridianelor şi paralelelor. În cazul prezentat, valorile paralelelor crescînd spre cadrul de nord, latitudinea punctului P este nordică, iar valorile meridianelor crescînd spre cadrul de est, longitudinea punctului P este estică.

7.10 Determinarea coordonatelor rectangulare ale unui punct

Este cunoscut faptul că intersecţia meridianului axial al unui fus cu ecuatorul sau cu oricare dintre paralele se face sub un unghi drept (fig. 129). De asemenea s-a arătat că punctul de intersecţie al proiecţiei meridianului axial cu proiecţia ecuatorului se consideră drept origine a axelor de coordonate rectangulare plane, pentru fiecare fus în parte.

Pentru uşurarea determinării coordonatelor, fiecare hartă topografică este împărţită în pătrate prin caroiajul rectangular, care este trasat în funcţie de scara hărţii, aşa cum s-a arătat în tabelul de la 7.8.1. Acest caroiaj are liniile paralele la axele de coordonate. Cu ajutorul caroiajului, coordonatele

A

rectangulare ale unui punct oarecare se determină în raport cu liniile pătratului în care se află, valorile în kilometri ale mărimilor x și y fiind înscrise în cadrul rectangular al hărții.

Pentru exemplificare vom considera punctul P din figura 128. În primul rînd se determină valorile coordonatelor rectangulare ale colțului de sud-vest al pătratului în care se află punctul P; colțul respectiv, reprezentat în figură prin punctul O, are următoarele coordonate:

$X = 5\ 028$ km și
$Y = 4\ 483$ km.

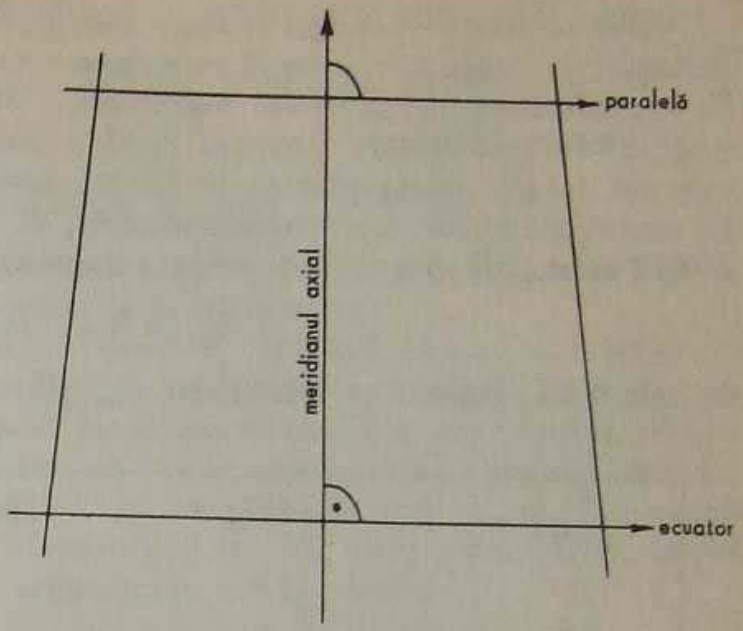


FIG. 129

Apoi, în interiorul pătratului se măsoară cu o riglă gradată creșterile Δx și Δy pentru punctul P, față de laturile de sud și vest ale pătratului respectiv. Să presupunem că aceste creșteri sînt următoarele: $\Delta x = 9{,}5$ mm și $\Delta y = 15{,}0$ mm. Cunoscînd scara hărții (în cazul acesta 1 : 50 000), se efectuează operația de transformare (1 mm reprezintă 50 m) și se obțin creșterile reale din teren: $\Delta x = 475$ m și $\Delta y = 750$ m. Coordonatele rectangulare ale punctului P se obțin prin adăugarea acestor creșteri la coordonatele punctului O, adică:

$$P \begin{cases} x = 5\ 028\ 475 \text{ m și} \\ y = 4\ 483\ 750 \text{ m.} \end{cases}$$

În mod analog, prin operații inverse, se poate determina și pe hartă poziția unui punct ale cărui coordonate sînt cunoscute.

7.11 Determinarea azimutului magnetic

Determinarea azimutului magnetic este o operație curentă, care se face cu ocazia pregătirii pe hartă a datelor necesare executării deplasării în teren după azimut.

După ce s-au fixat pe hartă punctul de plecare și cel de sosire precum și punctele de frîntură ale itinerarului de deplasare (care se recomandă să fie alese în detalii de teren ce constituie puncte de reper), acestea se unesc între ele cu ajutorul unei rigle și al unui creion bine ascuțit, trasînd astfel pe hartă itinerarul în cauză, respectiv direcțiile de deplasare de la un reper la altul. Urmează apoi determinarea azimutelor magnetice ale acestor direcții.

Dar pe hărțile topografice militare pe care este trasat caroiajul rectangular (kilometric), este mai ușor să se măsoare mai întîi orientările ca apoi acestea să fie transformate în azimute magnetice. După cum se știe, *orientarea* (θ) este unghiul format dintre direcția nord a liniei verticale de caroiaj și direcția spre un detaliu considerat de pe hartă; acest unghi se măsoară (ca și azimutul) în sensul mersului acelor ceasornicului, de la 0° la 360° (0^g — 400^g). Legătura dintre azimutul magnetic și orientarea se exprimă cu ajutorul relației

$$A_m = \theta - (D_m - \gamma),$$

în care θ se măsoară pe hartă, iar D_m și γ se scot de pe hartă.

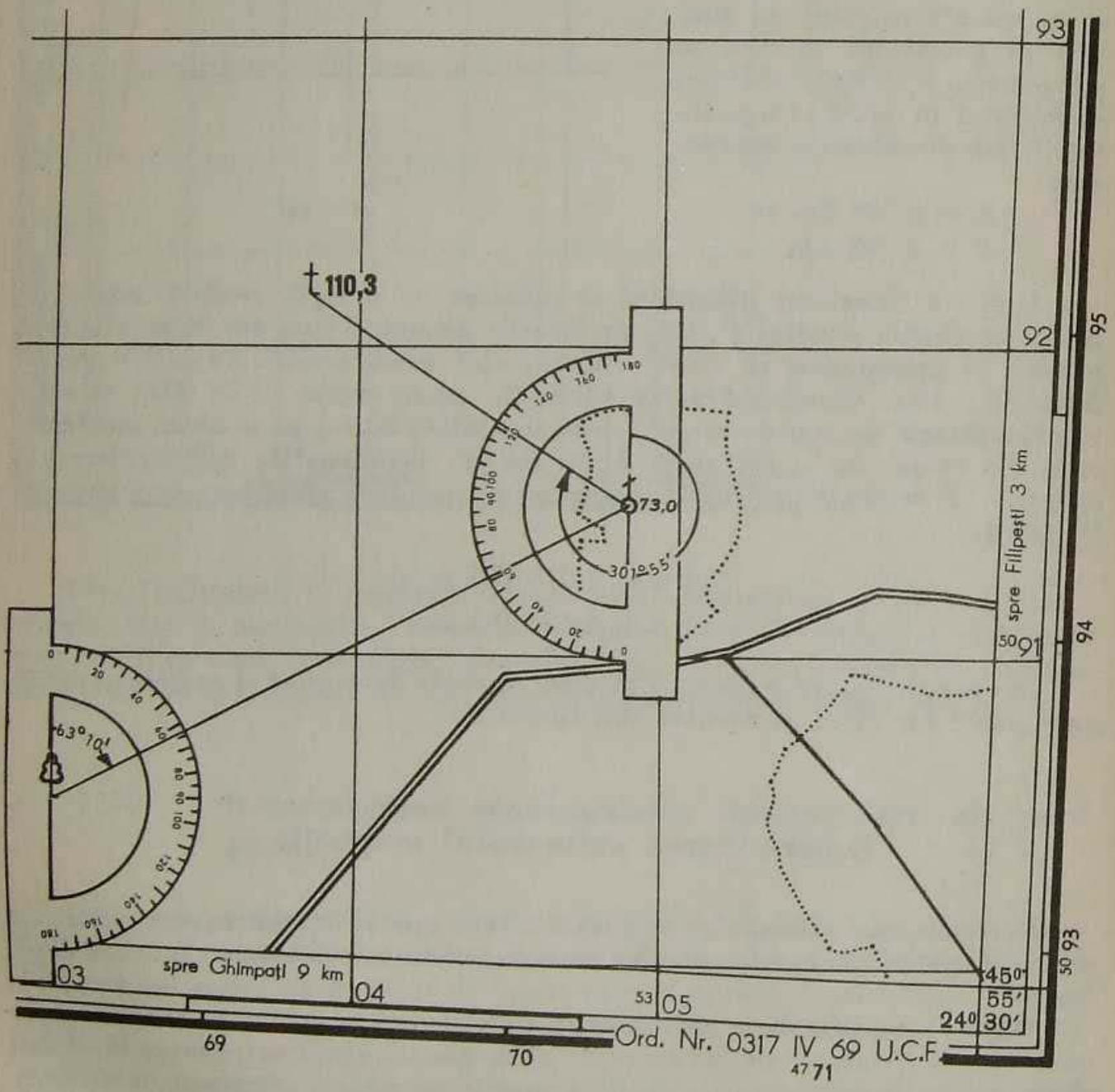


FIG. 129 a

De exemplu, dacă $\theta = 75°30'$, $D_m = +3°30'$ și $\gamma = -1°30'$, atunci

$$A_m = 75°30' - [+3°30' - (-1°30')] = 70°30',$$

iar dacă $\theta = 75°30'$, $D_m = -3°30'$ și $\gamma = +1°30'$, atunci

$$A_m = 75°30' - [-3°30' - (+1°30')] = 80°30'.$$

Avînd de pregătit deplasarea după azimut pe o hartă unde $D_m = +2°10'$ și $\gamma = -1°50'$ (fig. 129 a), se procedează în felul următor:

— Se măsoară orientarea primei direcții (pomul izolat — fîntîna cu cumpănă) cu ajutorul raportorului. Pentru măsurarea orientării, linia de credință a raportorului trebuie așezată pe linia verticală a caroiajului rectangular, astfel încît indicele I al raportorului să se suprapună pe semnul convențional al pomului izolat iar gradația 0° să se găsească spre nord. În această poziție a raportorului se măsoară orientarea direcției, care este 63°10'. Apoi, aplicînd relația sus-amintită, θ se transformă în A_m, astfel:

$$A_m = 63°10' - [+2°10' - (-1°50')] = 59°10'.$$

— Se măsoară orientarea celei de-a doua direcții (fîntîna cu cumpănă — crucea izolată). Pentru aceasta se trasează mai întîi o paralelă la cea mai apropiată linie verticală a caroiajului rectangular, astfel încît această paralelă să treacă prin semnul convențional al fîntînii. Așezînd raportorul pe această linie paralelă cu indicele I fixat pe semnul convențional al fîntînii și în poziția arătată pe figura 129 a, se măsoară orientarea acestei direcții, care este 301°55'. Urmează transformarea orientării în azimut magnetic:

$$A_m = 301°55' - [+2°10' - (-1°50')] = 297°55'.$$

După ce în acest fel s-au determinat azimutele magnetice necesare executării deplasării după azimut pe itinerarul respectiv, urmează să se întocmească documentele de deplasare (schița și tabelul) așa cum s-a arătat la 4.4.

CAPITOLUL al 8-lea

Probleme ce se pot rezolva cu ajutorul hărţii la teren

8.1 Orientarea în teren

Orientarea în teren cu ajutorul hărţii presupune efectuarea succesivă a operaţiilor de orientare a hărţii, determinarea punctului de staţie pe hartă, recunoaşterea detaliilor înconjurătoare din teren pe hartă, precum şi recunoaşterea în teren a detaliilor reprezentate pe hartă.

Orientarea hărţii constă în stabilirea unei astfel de poziţii, încît să existe o corespondenţă perfectă între locul de dispunere a detaliilor şi obiectelor din teren şi dispunerea pe hartă a semnelor convenţionale prin care acestea sînt reprezentate. În acest fel se asigură ca semnele convenţionale liniare din conţinutul hărţii (drumuri, căi ferate, rîuri etc.) să fie paralele şi în acelaşi sens cu poziţiile detaliilor din teren pe care le reprezintă.

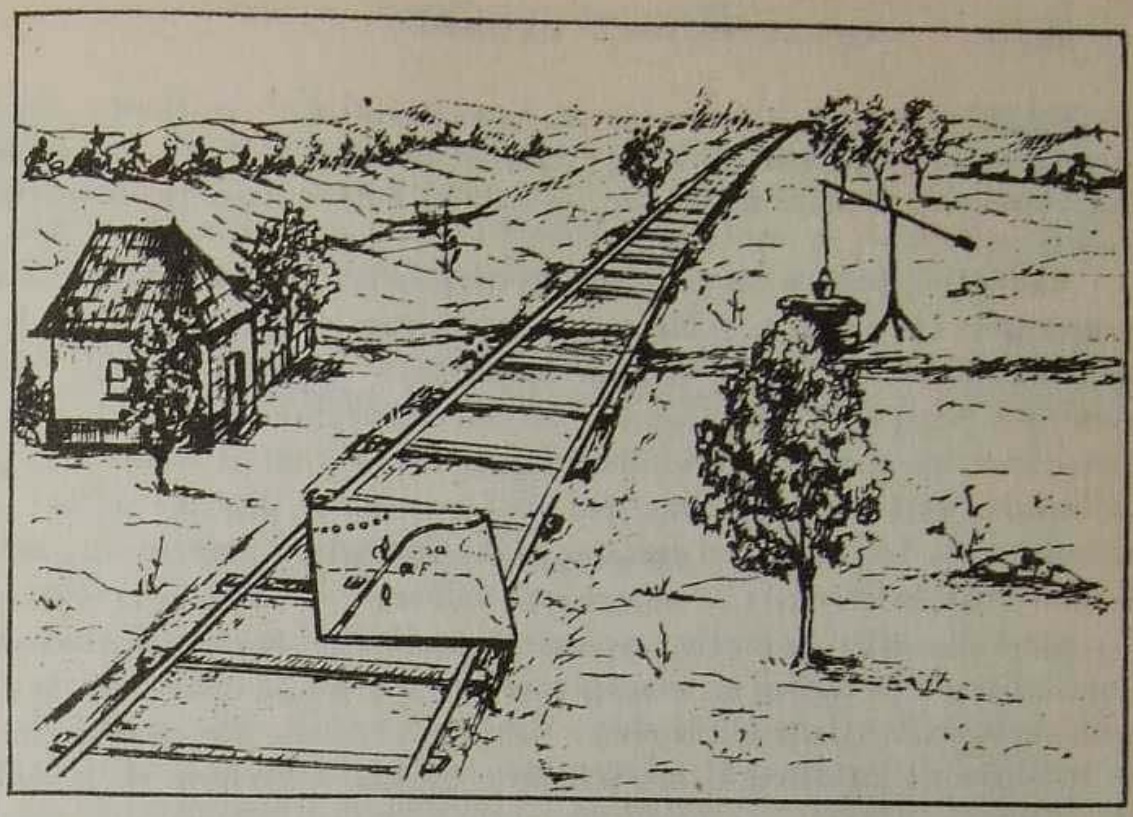
Din multitudinea procedeelor de orientare a hărţii în teren — unele necesitînd aparatură de specialitate — ne vom referi numai la acele procedee care au o largă aplicabilitate în domeniul militar, şi anume la orientarea hărţii faţă de detaliile din teren şi cu ajutorul busolei.

8.1.1 Orientarea hărţii faţă de detaliile din teren

Pentru a orienta harta faţă de detaliile din teren este necesar să se cunoască cel puţin o direcţie din teren, faţă de care să se stabilească poziţia hărţii, deşi în acest caz nu există o verificare suficientă a orientării ei corecte. De exemplu, dacă ne aflăm pe o cale ferată (fig. 130), rotim harta pînă cînd direcţia semnului convenţional corespunde cu direcţia căii ferate din teren. Pentru a verifica corectitudinea orientării este suficient să ne convingem dacă diferitele detalii din dreapta şi stînga căii ferate în teren sînt de aceeaşi parte plasate şi pe hartă, faţă de semnul convenţional de cale ferată. În caz contrar, harta se întoarce cu 180°, obţinînd astfel poziţia corect orientată.

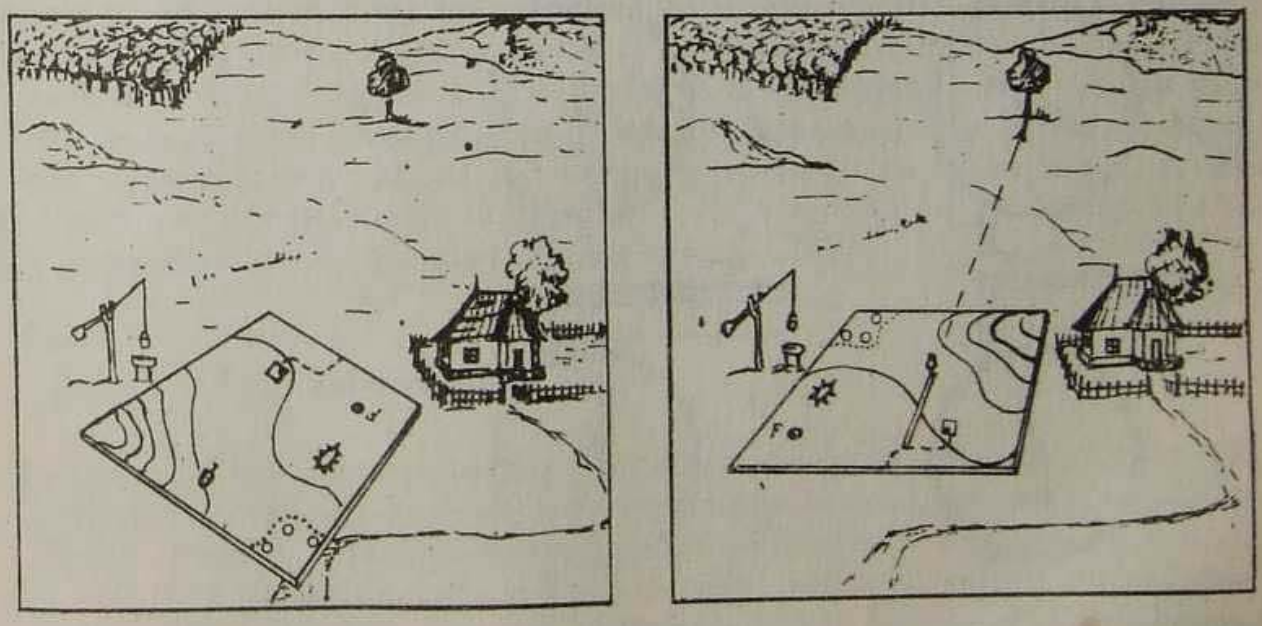
Adeseori este necesar să se facă orientarea hărţii în cazurile cînd ne aflăm într-un detaliu distinct din teren (fig. 131), ca pom izolat, fîntînă, punct de frîntură pe liziera pădurii, movilă, vîrf de deal etc. În astfel de cazuri, mai întîi identificăm pe hartă poziţia (reprezentarea prin semn convenţional) a detaliului în care ne găsim în teren. Apoi alegem în teren 3 detalii bine distincte (repere), ale căror poziţii le identificăm pe hartă. Aşezăm o riglă (în lipsa acesteia chiar şi un creion) pe hartă în aşa fel, încît marginea ei să treacă atît prin semnul convenţional al detaliului în care ne aflăm, cît şi prin cel al unuia

FIG. 130



dintre reperele alese în teren. Rotim harta, privind de-a lungul riglei pînă ce reperul corespunzător din teren se află pe prelungirea acesteia. Pentru asigurarea unei orientări corecte procedăm în mod asemănător și cu celelalte repere alese. O eventuală abatere a acestor repere din teren, față de linia de vizare ce trece prin semnul convențional al detaliului în care ne aflăm și prin cel al reperului ales, impune refacerea orientării.

În ambele situații descrise mai sus este recomandabil ca harta să fie așezată la o înălțime convenabilă vizării și în același timp să fie ținută într-o poziție cît mai orizontală.



Harta neorientată

Harta orientată

FIG. 131

8.1.2 Orientarea hărții cu busola

Cînd vizibilitatea este redusă, sau terenul este lipsit de detalii de planimetrie care ar putea să fie identificate — deci nu se poate face orientarea hărții după procedeele descrise mai sus — atunci pentru această operație se folosește busola.

Cadrul interior de est și de vest al hărții constituie chiar meridianul geografic (adevărat); ele pot fi considerate în mod practic, pentru hărțile la scări mari, ca fiind paralele. Drept urmare harta este orientată dacă o așezăm într-o asemenea poziție în care una din laturile cadrului interior de est sau de vest corespunde cu direcția meridianului geografic din teren. Aceasta se poate realiza cu busola, așezînd-o cu diametrul *N-S* pe cadrul interior de est sau de vest, rotind harta, împreună cu busola, pînă cînd vîrful nordic al acului magnetic se stabilește la gradația ce reprezintă valoarea declinației magnetice (fig. 132).

Cînd din diferite motive nu există posibilitatea să se desfacă harta pentru a așeza busola pe cadrul ei, aceasta poate fi așezată pe liniile verticale ale caroiajului rectangular. Întrucît direcția liniilor verticale ale caroiajului rectangular nu corespunde cu direcția meridianului geografic trebuie să se aplice corecția de direcție. În acest caz orientarea hărții se face aducîndu-se acul busolei la o gradație corespunzătoare valorii și semnului acestei corecții, care este înscrisă sub cadrul de sud al hărții. Această corecție nu se mai aplică dacă valoarea ei este mai mică decît valoarea unei gradații a busolei, considerîndu-se că direcția liniilor verticale ale caroiajului rectangular coincide cu direcția meridianului magnetic.

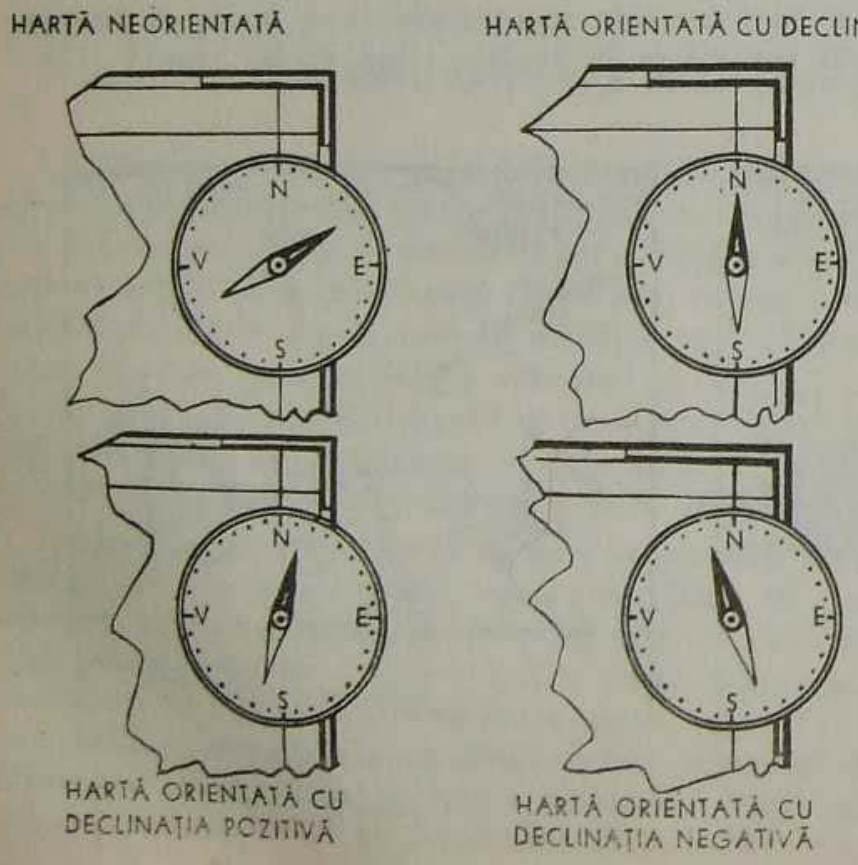


FIG. 132

8.2 Determinarea punctului de stație

Determinarea punctului de stație se face cu suficientă precizie folosind detaliile apropiate ale terenului, care sînt reprezentate și pe hartă. Dacă ne găsim lîngă un detaliu cum ar fi o piatră kilometrică, o intersecție de drumuri, un pod pe șosea sau pe calea ferată, o movilă etc. se înțelege că poziția pe hartă a semnului convențional ce reprezintă detaliul respectiv constituie chiar punctul de stație.

Dacă însă punctul de stație nu corespunde cu un detaliu din teren reprezentat pe hartă, atunci se folosește unul din procedeele pe care le descriem în continuare.

8.2.1 Din vedere, după detalii apropiate

Se orientează harta după procedeele cunoscute și se aleg în teren, în apropierea punctului de stație, 2—3 detalii reprezentate și pe hartă. Se apreciază în mod succesiv din vedere direcțiile și distanțele de la aceste detalii pînă la punctul de stație și se înseamnă cu aproximație pe hartă poziția astfel obținută.

Precizia de determinare a punctului de stație este în funcție de numărul detaliilor din teren care au fost folosite pentru determinarea lui, precum și de aprecierea cît mai reală atît a distanțelor de pe teren, cît și a celor de pe hartă.

8.2.2 Prin radiere

Cînd se staționează în apropierea unui detaliu de planimetrie din teren reprezentat și pe hartă atunci punctul de stație se poate determina prin radiere.

Pentru aceasta se orientează harta după unul din procedeele cunoscute și se așază o riglă pe semnul convențional ce reprezintă detaliul de planimetrie din teren, astfel ca pe direcția riglei să se vadă în teren detaliul considerat. Se trasează în lungul riglei o linie pe hartă și se măsoară în teren, cu pasul, distanța de la punctul de stație pînă la detaliul de planimetrie din teren. Această distanță, redusă la scara hărții, se transpune pe linia trasată pe hartă, avînd ca origine semnul convențional al detaliului din teren. Capătul segmentului respectiv constituie chiar punctul de stație (fig. 133).

8.2.3 Prin intersecție

Pentru a aplica acest procedeu este necesar să se stabilească în teren două detalii distincte de planimetrie a căror reprezentare să existe în mod necondiționat și pe hartă. Pentru determinarea punctului de stație se execută spre ambele detalii stabilite operațiile indicate la procedeul radierii (exceptînd măsurarea distanțelor din teren care în acest caz nu se face). Se obțin două drepte al căror punct de intersecție este chiar în punctul de stație (fig. 134).

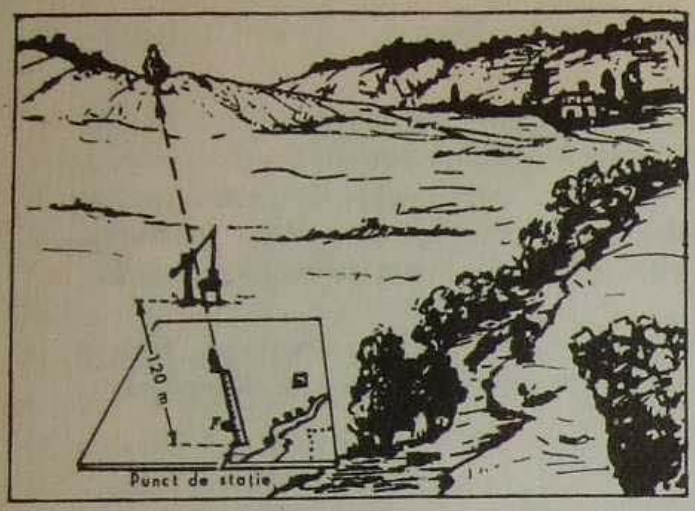


FIG. 133

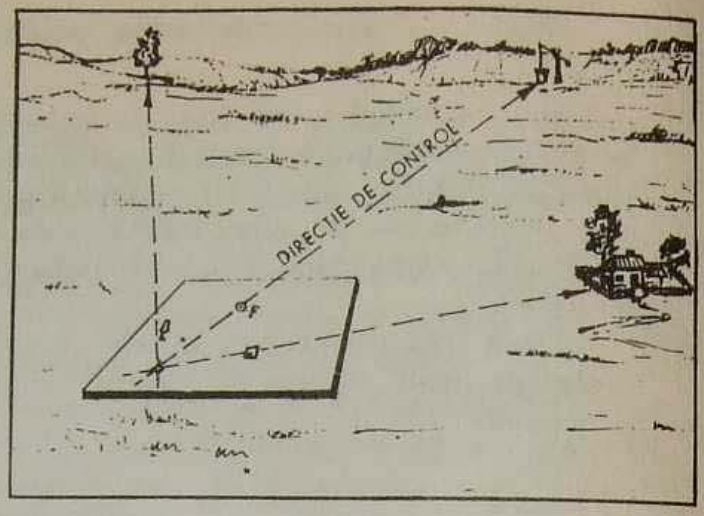


FIG. 134

În situațiile în care punctul de stație se găsește pe un detaliu liniar (șosea, cale ferată etc.) nu mai este necesar să folosim două puncte din teren, fiind suficient unul singur; aceasta pentru faptul că cea de a doua direcție este dată chiar de detaliul respectiv. Acest procedeu se mai numește și întretăiere.

Este de reținut faptul că în cazul folosirii intersecțiilor direcțiile din teren trebuie astfel alese, încît unghiurile formate de acestea să nu fie mai mici de 30° și mai mari de 150°.

8.2.4 Cu ajutorul hîrtiei de calc

Acest procedeu se întrebuințează în aceleași cazuri ca și intersecția, dar impune în mod obligatoriu alegerea în teren a unui număr minim de 3 detalii de planimetrie care să fie reprezentate și pe hartă.

Hîrtia de calc bine întinsă se așază pe un suport rigid (de exemplu pe un carton cu bretele) și aproximativ pe mijlocul ei se marchează cu creionul un punct. Din acest punct, fără a mișca poziția hîrtiei de calc (în acest scop este bine ca suportul cu hîrtia să fie așezat pe un obiect oarecare din teren), cu ajutorul unei rigle, se trasează cu creionul cîte o dreaptă spre fiecare din cele 3 detalii de planimetrie din teren. În acest fel se obțin 3 drepte concurente, avînd ca punct de concurență pe cel marcat de la început (fig. 135).

Se scoate hîrtia de calc de pe suport și se aplică pe hartă, mișcînd-o în așa fel încît direcțiile trasate pe calc să se suprapună peste semnul convențional al detaliului corespunzător pe hartă. Cînd se obține această poziție se înțeapă pe hartă punctul marcat pe calc, care constituie chiar punctul de stație (fig. 136).

O dată harta orientată și stabilită poziția punctului de stație se pot rezolva cu ușurință orice probleme legate de folosirea ei.

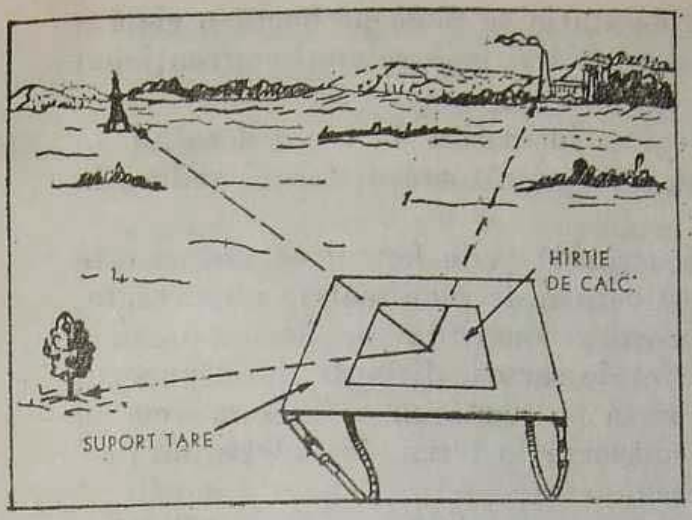


FIG. 135

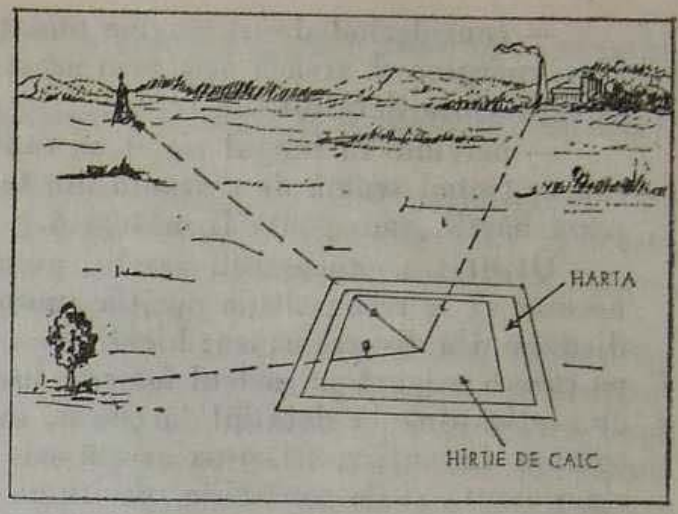


FIG. 136

8.3 Identificarea sau transpunerea pe hartă a detaliilor din teren

Pentru a identifica pe hartă un detaliu văzut în teren ne îndreptăm cu fața spre acesta. Apoi, folosind unul din procedeele cunoscute, orientăm harta și efectuăm operațiile necesare determinării punctului de stație. Considerînd drept origine punctul de stație, ducem imaginar pe hartă o linie în direcția detaliului de identificat din teren (pentru a obține o precizie mai mare putem viza de-a lungul unei rigle, așezată pe hartă în dreptul punctului de stație și îndreptată spre detaliul din teren). Privind pe hartă în lungul acestei linii identificăm semnul convențional ce reprezintă detaliul în cauză, avînd în vedere, prin apreciere, atît distanța în teren, cît și cea corespunzătoare redusă la scara hărții.

Dacă detaliul respectiv nu este reprezentat pe hartă, el se transpune prin semnul convențional corespunzător. În acest caz se acordă o atenție deosebită atît orientării hărții, cît și aproximării distanței (care poate fi chiar măsurată printr-o metodă adecvată). Înainte de raportarea definitivă, poziția obținută se verifică și prin alte metode la îndemînă, în funcție de detaliile din jur.

Prin asemenea transpuneri, pe hartă se pot completa detalii punctiforme sau de suprafață care lipsesc din diferite motive.

8.4 Identificarea în teren a unui detaliu reprezentat pe hartă

În vederea identificării în teren a unui detaliu reprezentat pe hartă se efectuează următoarele operații:

— folosind unul din procedeele cunoscute se orientează harta și se determină punctul de stație;

— considerînd drept origine punctul de stație se pune pe hartă o riglă a cărei margine să treacă atît prin acest punct, cît și prin semnul convențional ce reprezintă detaliul din teren;

— privind în lungul riglei se caută și se identifică în teren detaliul în cauză, ținînd seamă de distanța din teren corespunzătoare distanței reduse la scara hărții, care poate fi măsurată.

Utilitatea cunoașterii acestui procedeu rezidă și în faptul că uneori este necesar să se reconstituie poziția anumitor detalii de planimetrie importante, distruse din diverse cauze; bineînțeles, această reconstituire se face cu precizia pe care o asigură procedeul folosit. În astfel de cazuri, distanța de la punctul de stație pînă la detaliul în cauză, măsurată pe hartă cu o riglă sau cu un compas distanțier, se aproximează sau se măsoară în teren, în funcție de precizia cerută și de condițiile oferite de teren.

Este de la sine înțeles că poziția în teren a detaliului va fi stabilită cu precizia pe care o asigură procedeele de orientare a hărții și cele de măsurare a distanței. Pentru a descoperi eventualele greșeli și pentru a mări precizia în stabilirea punctului reconstituit este indicat să se verifice poziția acestuia, prin determinări care pleacă și de la alte delatii existente. Procedeele ce se vor folosi variază în funcție de condițiile oferite de teren, timpul la dispoziție, îndemînarea executantului și precizia ce se impune.

8.5 Deplasarea în teren după hartă

Modul de deplasare în teren după hartă depinde de unele condiții naturale ale terenului în care s-a stabilit itinerarul de deplasare.

Cînd deplasarea se execută pe un drum aflat într-un teren descoperit se procedează astfel:

— pe harta pusă la dispoziție în vederea deplasării se scoate în evidență itinerarul de deplasare, cu un creion de culoare bistru;

— de-a lungul itinerarului, cît și lateral față de acesta se marchează pe hartă toate detaliile ce pot servi pentru orientarea cît mai precisă și rapidă în teren, acordîndu-se o importanță deosebită ieșirilor sau intrărilor din sau în localități, bifurcațiilor, schimbărilor de direcție și punctelor obligate de trecere;

— se orientează harta în punctul de pornire și se execută deplasarea pe itinerar pînă la primul punct de orientare marcat pe hartă;

— în acest punct din nou se orientează harta și se continuă deplasarea pînă la cel de-al doilea reper de orientare; această operație se repetă pînă la capătul itinerarului de deplasare stabilit.

Cînd deplasarea se face pe un teren descoperit, dar în afara rețelei de drumuri, se procedează asemănător cu cazul precedent, cu deosebirea că se aleg și se marchează pe hartă un număr mai mare de repere, pentru a se asigura în permanență posibilitatea orientării față de detaliile înconjurătoare de pe itinerarul stabilit.

Cînd deplasarea se execută în pădure, unde orientarea se face anevoios datorită lipsei de varietate a detaliilor de planimetrie și unde se impune o

atenție mai mare în alegerea reperelor și a modului de deplasare între acestea, se procedează astfel:

— se marchează reperele de orientare pe itinerar și se măsoară distanțele dintre ele;

— se execută orientarea în punctul de pornire și se efectuează deplasarea pînă la primul reper de orientare, măsurînd cu pasul distanța pînă la acesta (dacă deplasarea se face cu un mijloc de locomoție se înregistrează timpul și viteza, în vederea determinării distanțelor);

— în fiecare reper se face orientarea, pentru a se putea continua deplasarea.

Pentru ușurarea deplasării, la toate intersecțiile sau bifurcațiile de drumuri care nu sînt reprezentate pe hartă se determină direcția de deplasare după azimut. În acest scop se raportează pe hartă punctul de stație, folosind ultima distanță parcursă și se determină după hartă azimutul direcției pe care urmează să se continue deplasarea. Azimutele drumurilor ce formează intersecția se măsoară cu busola, stabilindu-se apoi drumul al cărui azimut are valoarea mai apropiată de azimutul determinat pe hartă.

Cînd deplasarea se execută în condiții de vizibilitate redusă sau prin teren acoperit și fără drumuri, aceasta se face numai cu busola, după azimut, așa cum se arată la 4.4.

CAPITOLUL al 9-lea

Pregătirea hărților topografice pentru lucrul de stat major

9.1 Considerații generale

Studiul și aprecierea terenului încep de obicei cu studierea hărții. De aceea fiecare comandant trebuie să se obișnuiască a studia în perfecte condiții harta, pentru ca atunci cînd este chemat să aprecieze situația din teren să poată obține de pe ea toate datele în cel mai scurt timp. Comandantul trebuie să aibă întotdeauna o hartă pregătită corect și din timp; aceasta, pe de o parte, ușurează mult folosirea ei, pe de altă parte contribuie la scurtarea timpului de lucru.

Pentru stabilirea hărților necesare lucrului de stat major se au în vedere principalele elemente care concură la luarea hotărîrii. Astfel, în raport cu zona în care urmează a se acționa, se aleg foile de hartă necesare la scările cele mai potrivite, în funcție de eșalonul la care se folosesc și de caracterul acțiunilor de luptă. Foile de hartă necesare pentru acțiuni ce se desfășoară pe spații mari se aleg în așa fel, încît zona de acțiune să se înscrie, pe cît posibil, central pe asamblajul de hărți.

Pregătirea hărții pentru lucrul de stat major constă în studiul caracteristicilor hărților, asamblarea și toaletarea acestora.

9.2 Studiul caracteristicilor hărților

Înainte de asamblarea hărților este necesar să se facă o examinare a fiecărei foi în parte pentru a se stabili scara hărții, anul cînd a fost ridicată sau actualizată, anul editării, echidistanța, panta maximă reprezentată prin curbe de nivel și unghiul de pantă corespunzător unei distanțe reduse la orizont de 1 cm între două curbe de nivel alăturate.

Pentru asamblare se aleg foile de hartă învecinate care au aceeași ediție și același sistem de reprezentare a reliefului. Pentru foile învecinate ale căror echidistanțe sînt diferite se fac mențiuni privind trecerea de la o echidistanță la alta, aceasta avînd importanță la determinarea cotelor unor puncte cu ajutorul curbelor de nivel.

Scara hărții este înscrisă sub mijlocul laturii de sud a cadrului exterior. Dacă scara nu este trecută pe hartă, ea poate fi determinată după unele elemente de conținut ale hărții și anume: fie după caroiajul kilometric, fie după mărimea unor distanțe grafice între puncte de coordonate cunoscute. Astfel, după cum s-a arătat în tabelul de la 7.8.1, pentru hărțile la scara 1:25 000

latura unui pătrat al caroiajului kilometric de 4 cm reprezintă un km. Făcînd raportul dintre aceste două mărimi se deduce scara hărții:

$$\frac{4}{100\,000} = \frac{1}{25\,000}.$$

De asemenea, dacă se cunoaște distanța din teren dintre două puncte sau detalii reprezentate pe hartă, se măsoară distanța grafică corespunzătoare printr-unul din procedeele expuse la 7.1 - 7.1.3; făcînd raportul dintre distanța grafică și cea reală din teren se obține scara hărții. Așa de exemplu, dacă o distanță în teren este de 550 m, iar distanța corespunzătoare măsurată pe hartă este de 22 mm rezultă 550 000: 22 = 25 000; deci scara hărții este 1:25 000.

Gradul de detaliere a unei hărți este în funcție de scara ei. Cu cît scara hărții este mai mare, cu atît ea conține un număr mai mare de detalii de planimetrie și de relief. Pe măsură ce scara reprezentării se micșorează, elementele de dimensiuni mici se reduc prin generalizare sau dispar complet de pe hartă. Aceste caracteristici trebuie avute în vedere la stabilirea scării hărților ce urmează a se folosi. Astfel, dacă pe harta la scara 1:25 000 apar în mod detaliat o serie de neregularități ale terenului (ridicături, gropi, viroage), care se pot folosi la amplasarea grupei și plutonului, precum și la orientarea în teren, aceste elemente apar foarte reduse pe harta la scara 1:50 000, iar pe hărțile la scări mai mici nu mai apar de loc.

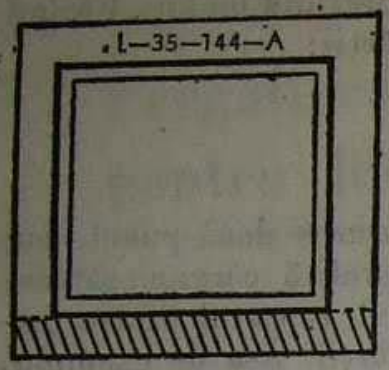
Anul ridicării sau actualizării este înscris în colțul de sud-est, sub cadrul exterior. Între anul ridicării sau actualizării și anul editării (înscris pe cadru în colțul de nord-vest) sînt uneori perioade de timp destul de mari. De aceea în aprecierea gradului de actualitate a hărții anul ridicării sau actualizării are o importanță deosebită. Cu cît acest an este mai apropiat de cel al folosirii, cu atît harta va fi mai apropiată de realitatea din teren. Aceasta prezintă o importanță deosebită în special pentru elementele de planimetrie, care au un caracter mai dinamic în raport cu relieful, ce se schimbă foarte puțin în timp.

Numărul ediției și anul editării sînt necesare pentru a fi înscrise în documentele la a căror elaborare se folosesc hărțile, pentru a se asigura uniformitatea și unitatea deplină în elaborarea hotărîrilor și transmiterea ordinelor.

Determinarea pantei maxime a terenului printr-unul din procedeele expuse la capitolul 7 prezintă de asemenea o importanță deosebită.

9.3 Asamblarea hărților

Înainte de a asambla (lipi) foile de hartă trebuie să li se taie unele din margini, în așa fel ca să li se asigure o suprapunere corectă. La primul rînd de foi se taie marginile de est, la celelalte marginile de nord și de est. Dacă foile sînt tăiate în felul acesta, marginile lor lipite nu se vor desprinde atunci cînd vom folosi guma, întrucît ștergerea cu guma se face de obicei de jos în sus și de la stînga spre dreapta.



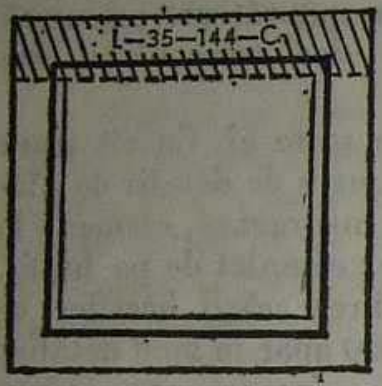
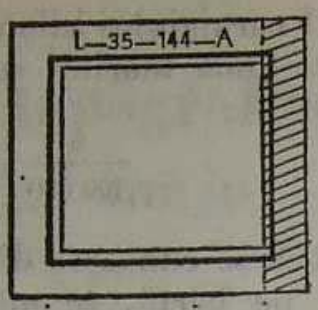


FIG. 137



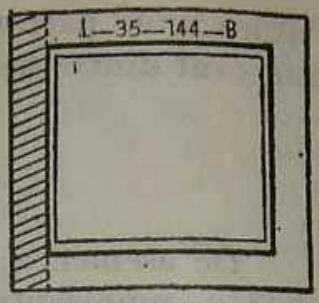


FIG. 138

Atunci cînd se asamblează două sau mai multe foi în coloană se taie mai întîi foaia de la sud de-a lungul cadrului interior de nord al hărții. Apoi se taie marginea de jos a hărții de la nord, de-a lungul cadrului exterior (fig. 137). Pe marginea de sud a foii de la nord se aplică substanța de lipit și se suprapune latura de nord a foii de la sud, astfel ca elementele de planimetrie și relieful să se racordeze.

Dacă se lipesc două sau mai multe foi care se învecinează de la vest spre est, se taie mai întîi marginea de est a foii din stînga de-a lungul cadrului interior, după care se taie foaia din dreapta de-a lungul cadrului exterior (fig. 138). Pe marginea de vest a foii de la est se aplică substanța de lipit și se suprapune latura de est a foii de vest, astfel ca elementele de planimetrie și relieful să se racordeze.

Dacă asamblajul de hărți cuprinde mai multe nomenclaturi, care se învecinează atît pe laturile de nord-sud, cît și pe cele de est-vest, se lipesc foile în coloană de la sud la nord și apoi coloanele între ele de la vest la est (fig. 139).

După lipirea foilor de hartă se păstrează marginile exterioare tăiate, deoarece pe acestea se află înscrise o serie de date necesare pentru lucru (valorile kilometrice, scara hărții, anul editării, scara pantelor, declinația magnetică etc.), care trebuie notate sau reținute.

Împăturirea hărților asamblate se face după anumite norme care trebuie să asigure:

— introducerea ei în porthartă sau în mapă cu ușurință, ceea ce asigură o utilizare ușoară și o bună păstrare a acesteia;

— găsirea cu ușurință a zonei de lucru necesare;

— folosirea pe cît posibil a acesteia fără a o desfășura în întregime;

— păstrarea îndelungată și în bune condiții.

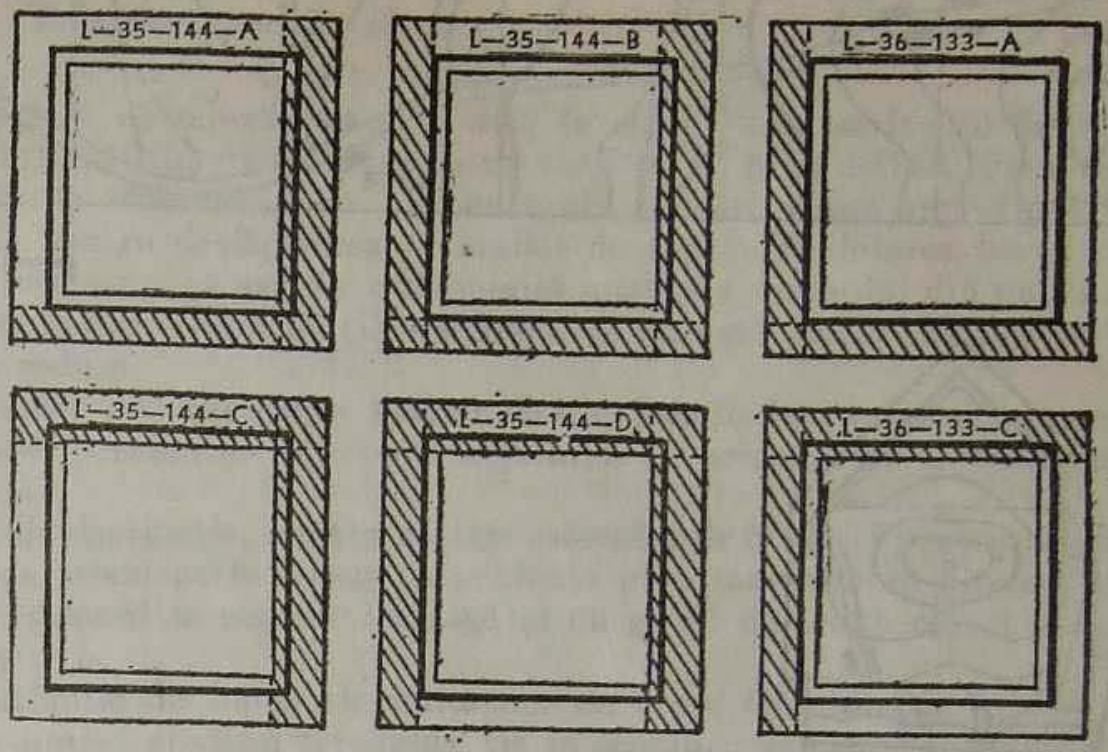


FIG. 139

Pe asamblajul de hartă ce urmează a fi folosit la aplicații în teren se determină zona în care se desfășoară acțiunile de luptă; apoi asamblajul se împăturește în formă de armonică pe dimensiunile porthartei, în lungul direcției spre inamic (fig. 140-142). Îndoiturile hărții trebuie astfel făcute ca să nu prezinte umflături sau încrețituri. Pliurile sau îndoiturile hărții nu se fac de-a lungul lipiturilor.

Asamblajele de hărți care sînt folosite pentru aplicații în sălile de studii și pentru lucrări de birou se împăturesc în scopul de a fi introduse în diverse lucrări sau îndosariate. Pentru aceasta ele sînt mai întîi pliate pe orizontală,

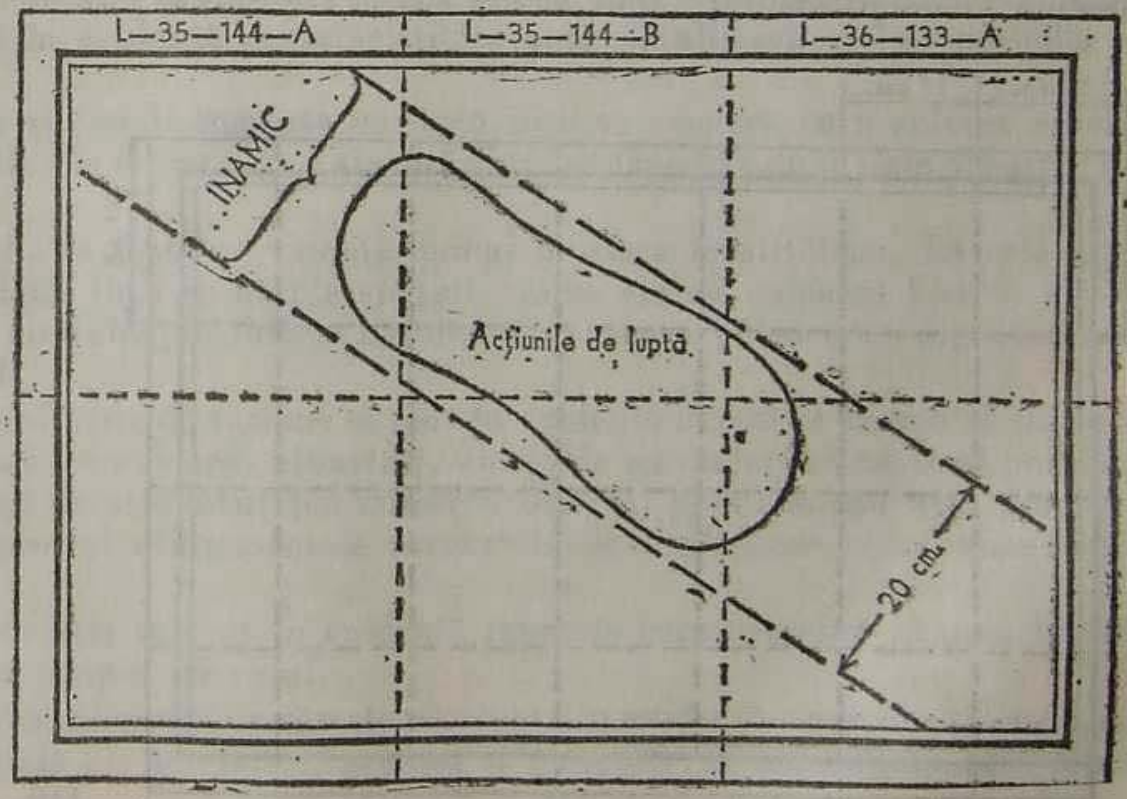


FIG. 140

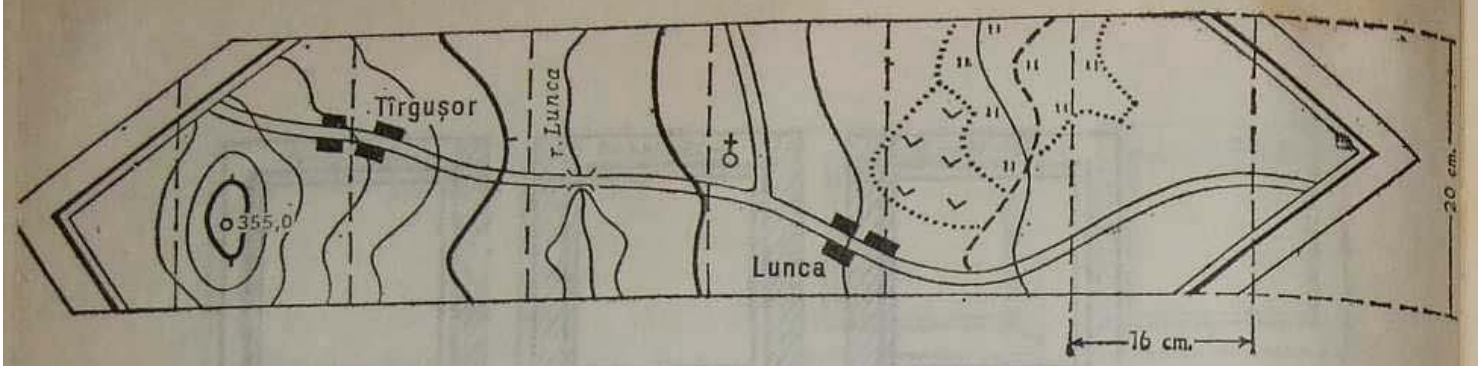


FIG. 141

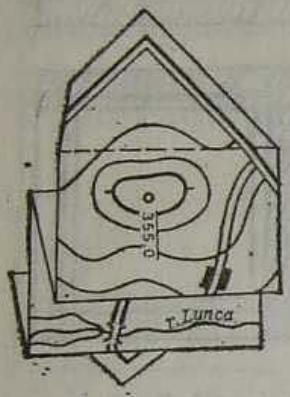


FIG. 142

astfel ca înălțimea să fie de 29 cm, apoi plierea se face pe verticală, cu lățimea de 19 cm (fig. 143).

Pentru a se asigura permanent un aspect grafic corespunzător hărții asamblate trebuie să se ia următoarele măsuri:

— desenul și scrierea se execută pe hartă numai cu creioane colorate obișnuite, nu chimice; creioanele folosite se ascut bine pentru a se desena linii subțiri și clare, dar care să se șteargă cu ușurință, fără a lăsa urme;

— însemnările devenite inutile se șterg cu guma moale;

— harta se ferește, pe cît posibil, de expunerea îndelungată la soare, precum și de ploaie.

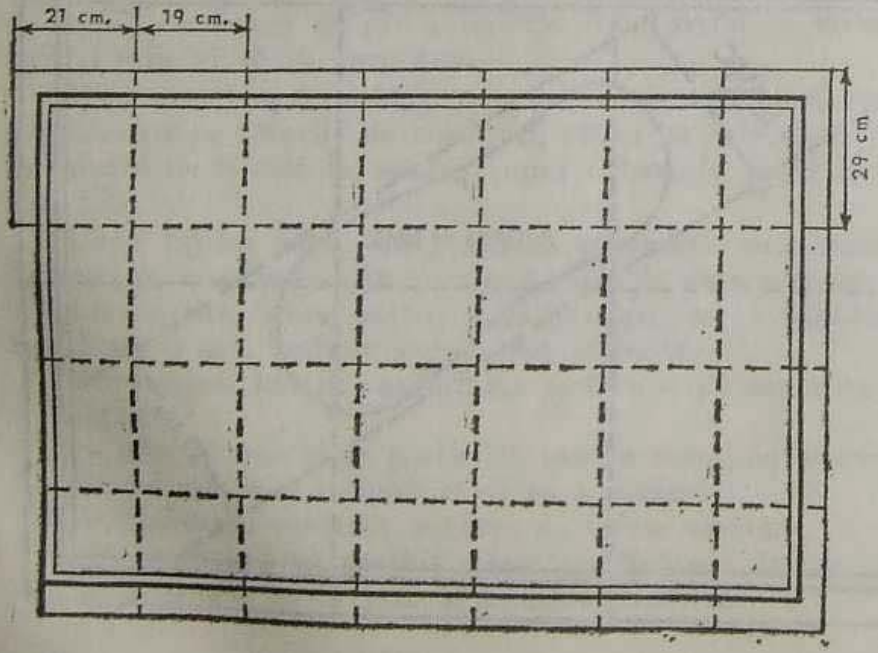


FIG. 143

9.4 Toaletarea hărții

Spre deosebire de reprezentarea grafică în culori, care se face o dată cu imprimarea hărții, toaletarea se face cu un scop tactic bine definit. Ea urmărește să scoată în evidență acele elemente ale terenului care reprezintă un anumit interes pentru desfășurarea acțiunilor de luptă. Toaletarea hărții are drept scop să ușureze și să asigure o temeinică analiză a terenului din punct de vedere tactic-operativ. După hărțile toaletate se execută uneori lăzi cu nisip sau poligoane reduse.

Pentru aceasta este necesar ca înainte de a se face toaletarea să se cunoască zona de acțiune, precum și caracterul acțiunilor ce urmează să se desfășoare în această zonă.

În raport de destinație, pentru același asamblaj de hartă și pentru aceeași zonă de acțiune, elementele scoase în evidență prin toaletare se diferențiază în funcție de eșalonul la care se lucrează și de genul de trupe ce acționează în zona respectivă.

Pentru acțiunile de luptă ale unităților de arme întrunite se urmărește în principal ușurarea analizei terenului, fie în scopul organizării apărării, fie pentru stabilirea celei mai favorabile direcții pentru lovitura principală.

Pentru scoaterea în evidență a localităților, acestea se conturează cu creion negru (atît zona construită, cît și cele alăturate, cum ar fi grădinile de pomi sau de zarzavat). În localitățile mari se scot în evidență, prin conturare cu creion negru, cvartalele, grădinile precum și reperele sau clădirile proeminente (școli, spitale, gări, construcții cu destinație specială etc.). Denumirile localităților se scriu cu litere mai mari sau se subliniază cu roșu pe teritoriul propriu și cu albastru la inamic.

Pădurile, tufărișurile și grădinile cu pomi se acoperă cu o culoare verde compactă sau se hașurează pe limita interioară cînd ocupă suprafețe prea mari. În interiorul acestor delimitări se pot înscrie date suplimentare, care să scoată și mai mult în evidență caracteristicile unor detalii sau ale acoperirilor din teren.

Lacurile și rîurile marcate cu două linii se acoperă cu o culoare albastră compactă. Rîurile trasate cu o singură linie se îngroașă cu o linie albastră continuă.

Drumurile se scot în evidență numai în afara localităților. La cele reprezentate cu două linii se umple spațiul dintre ele cu culoarea bistru, iar cele reprezentate cu o singură linie se hașurează cu aceeași culoare în lungul semnului convențional.

Pentru unitățile de tancuri se scot în evidență cursurile de apă ce nu se pot trece prin vad (cu culoarea albastră), viroagele cu maluri abrupte și porțiunile de drum greu de străbătut (cu culoarea bistru), podurile sau alte puncte de trecere, precum și aliniamentele favorabile de desfășurare (cu culoarea neagră).

Pentru aviație se scot în evidență reperele care ușurează găsirea țintei și orientarea pe timpul zborului.

Toaletarea reliefului urmărește să scoată în evidență cu ușurință caracteristicile principale ale terenului, precum și punctele de comandament. În acest

scop, fie că se umbresc cîteva din curbele de nivel principale din cuprinsul hărții, fie că se haşurează versanții cu culoarea bistru. Punctele de comandament se marchează prin haşurarea completă a suprafeței din interiorul curbei de nivel (se înconjoară cota punctului), iar cota este înscrisă cu creion negru. Nisipurile se marchează prin puncte neregulate de culoare bistru.

9.5 Ținerea la curent a hărților de lucru

Harta de lucru are drept scop să reprezinte în mod expresiv şi să scoată în evidență toate datele situației de luptă. Datele care se înscriu pe harta de lucru se reprezintă prin semnele convenționale, inscripțiile şi prescurtările cuprinse în atlasul de semne convenționale tactice.

Pentru a se asigura caracterul clar şi expresiv al hărții este necesar ca datele tactice să nu împiedice descifrarea elementelor topografice din cuprinsul acesteia. În acest scop situația se trece pe hartă cu linii subțiri şi bine distincte. Dimensiunile semnelor convenționale vor fi în acord cu scara hărții pe care se trasează elementele tactice. Unele date ce nu pot fi reprezentate prin semne convenționale şi unele însemnări în cursul lucrului se pot trece fie într-un caiet, fie pe spatele hărții.

Cînd se trec datele asupra situației de luptă, lîngă semnele convenționale respective trebuie să se treacă şi numărul unității, timpul la care se referă situația, iar în ceea ce privește inamicul se va trece şi sursa de unde s-a primit informația. Aceste date se scriu cu creion negru pentru trupele proprii şi cu creion albastru pentru inamic.

Pentru a se scoate în evidență dinamica acțiunilor de luptă, în afara însemnărilor referitoare la timp, diferitele faze ale acestora se trec pe hartă cu diverse nuanțe ale culorii ce se folosește.

Pentru ca ținerea la curent a hărții să dea cele mai bune rezultate trebuie să se țină seamă de următoarele:

— Datele sigure asupra trupelor proprii şi ale inamicului se reprezintă cu linii continue, iar cele cu caracter informativ şi care se cer a fi verificate se reprezintă cu linii întrerupte (uneori se pune şi semnul întrebării). Astfel se scoate în evidență necesitatea de a se verifica datele respective.

Zonele sau obiectivele ce urmează a fi ocupate de către trupele proprii, precum şi direcțiile de atac pentru ocuparea acestor obiective se reprezintă, de asemenea, cu linii întrerupte.

— Pentru o mai expresivă reprezentare a situației la scara hărții respective nu este necesar să se încarce prea mult harta; se trece numai ceea ce este important şi caracteristic. Detalierea şi complexitatea datelor de pe harta de lucru trebuie să corespundă în totul eşalonului la care se lucrează şi specializării celui care ține harta la curent.

— Trebuie să se acorde o deosebită atenție raportării precise a punctelor de comandă, atît pentru cel propriu, cît şi pentru cele ale eşaloanelor superioare, subordonate şi ale vecinilor.

— Mijloacele de foc și alte obiective inamice distruse în timpul luptelor de către trupele proprii se înseamnă tăind semnul convențional cu două linii roșii în formă de X; dacă este vorba de mijloace de foc și obiective proprii, acestea se vor tăia în același fel cu linii albastre.

— Toate datele învechite, care nu mai sînt de actualitate, se vor șterge de pe hartă, pentru a nu o încărca.

Claritatea, expresivitatea și complexitatea datelor de pe hartă trebuie obținute avîndu-se în vedere cea mai mare economie de timp.

Cînd se raportează pe hartă situația inițială de pe un document de luptă nu trebuie să se deseneze în mod mecanic toate datele înscrise în text. În primul rînd trebuie citit întregul text al documentului, subliniind pe hartă denumirile localităților sau alte repere (cu roșu — cele de pe teritoriul propriu și cu albastru — cele de la inamic), în așa fel încît să se deducă conținutul esențial al documentului. După aceasta, citind din nou documentul, se trece situația pe hartă.

FOTOGRAFIILE AERIENE ȘI TERESTRE ALE TERENULUI

CAPITOLUL al 10-lea

Folosirea fotografiilor terenului în scopuri militare

10.1 Importanța fotografiilor terenului în operațiunile militare

În condițiile de luptă fotografia terenului constituie unul din cele mai sigure documente de cercetare. Uneori, în lipsa hărților, fotografia *aeriană* sau *terestră* este unicul document care ajută comandantul în luarea hotărîrii.

Fotografia, împreună cu datele furnizate de celelalte genuri de cercetare, oferă un bogat material informativ care permite o mare siguranță în stabilirea datelor cerute de conducerea trupelor. Din această cauză, o dată cu dezvoltarea mijloacelor tehnice corespunzătoare, descoperirea caracteristicilor diferitelor obiective prin intermediul fotografiei s-a conturat ca un mijloc de cercetare specializat — *cercetarea fotoaeriană (cercetarea fototerestră* în cazul preluării fotografiilor de la sol).

Eficacitatea cercetării fotoaeriene este demonstrată de rezultatele obținute în unele acțiuni militare în timpul primului război mondial și, mai ales, în timpul celui de-al 2-lea război mondial. Din începuturile cercetării prin fotointerpretare amintim folosirea planurilor directoare corectate zilnic pe baza fotografiilor aeriene în cursul pregătirii ofensivei de la Nămoloasa și în timpul bătăliei de la Mărășești. Ținerea la zi a hărților cu ajutorul fotografiilor aeriene a permis comandanților să cunoască cele mai recente schimbări survenite în dispozitivul inamic și să ia hotărîrile corespunzătoare.

În timpul celui de-al 2-lea război mondial, în luptele duse pentru desăvîrșirea eliberării patriei, armata română a folosit sistematic fotografiile aeriene ca mijloc de cercetare. De exemplu, în cursul luptelor duse în zona Turda-Cluj aviația de cercetare a executat peste 20 de misiuni de fotografiere, în urma cărora s-au putut identifica situația aviației inamice pe aerodromuri, concentrările de trupe, sistemul de apărare inamic, mișcările de trupe și efectele acțiunilor trupelor proprii.

Este de remarcat faptul că în cursul celui de-al 2-lea război mondial nici o operație a armatei sovietice sau a armatelor aliate nu s-a executat fără aerofotografiere și exploatarea largă a rezultatelor ei. Astfel, la pregătirea operațiilor ofensive din Crimeea și din Bielorusia (1944) s-a executat aerofotografierea dispozitivului inamic de cîteva zeci de ori. Prin studiul amănunțit al fotografiilor s-au descoperit tot sistemul de amenajări genistice, amplasamentele artileriei și aruncătoarelor, traseul șanțurilor antitanc, raioanele de concentrare ale trupelor inamice, precum și alte amănunte importante.

Tot cu ajutorul fotografiilor aeriene aviația britanică a pregătit distrugerea hidrocentralelor din bazinul Ruhr. Cunoscută în istoria aviației brita-

nice sub numele „Potopul", această acțiune a avut efecte deosebit de grave asupra economiei Germaniei hitleriste; o suprafață de aproximativ 70 000 km² a fost acoperită de valuri, pagubele provocate echivalînd cu producția a 100 000 de muncitori pe timp de o jumătate de an.

O altă acțiune importantă au constituit-o descoperirea și distrugerea rampelor de lansare și a uzinei din Peenemünde, unde se fabricau bombele *V*-1 și *V*-2. Descoperite în special pe baza informațiilor și a fotografiilor terestre luate de partizanii francezi și precizate apoi printr-o serie de aerofotografieri, uzina și instalațiile de lansare au fost bombardate și distruse de aviația britanică; 500 de savanți, ingineri, electroniști și tehnicieni hitleriști și-au pierdut viața în urma acestui bombardament, iar principalele instalații ale uzinei și rampele experimentale au fost distruse.

O dată cu dezvoltarea impetuoasă a tehnicii s-au perfecționat atît mijloacele de obținere a fotografiei de cercetare, cît și cele de investigare a conținutului ei. Aparatele fotografice, materialele fotosensibile și mijloacele de zbor actuale permit înregistrarea fotografică rapidă, la scări convenabile, a unor mari suprafețe de teren. Tehnologia de exploatare modernă permite analiza sistematică și în timp scurt a imaginei fotografice, mergînd pînă la interpretarea automată a obiectivelor, prin comparare și selecționare electronică a similitudinilor.

10.2 Obținerea fotografiilor terenului

10.2.1 Obținerea fotografiilor aeriene

10.2.1.1 *Camerele fotoaeriene*

Fotografiile aeriene se obțin cu ajutorul *camerelor fotoaeriene* (fig. 144), care sînt aparate fotografice de construcție specială, avînd caracteristici deosebite de aparatele fotografice obișnuite. Acestea sînt aparate automate sau semiautomate, permițînd executarea aerofotografierii la comanda directă

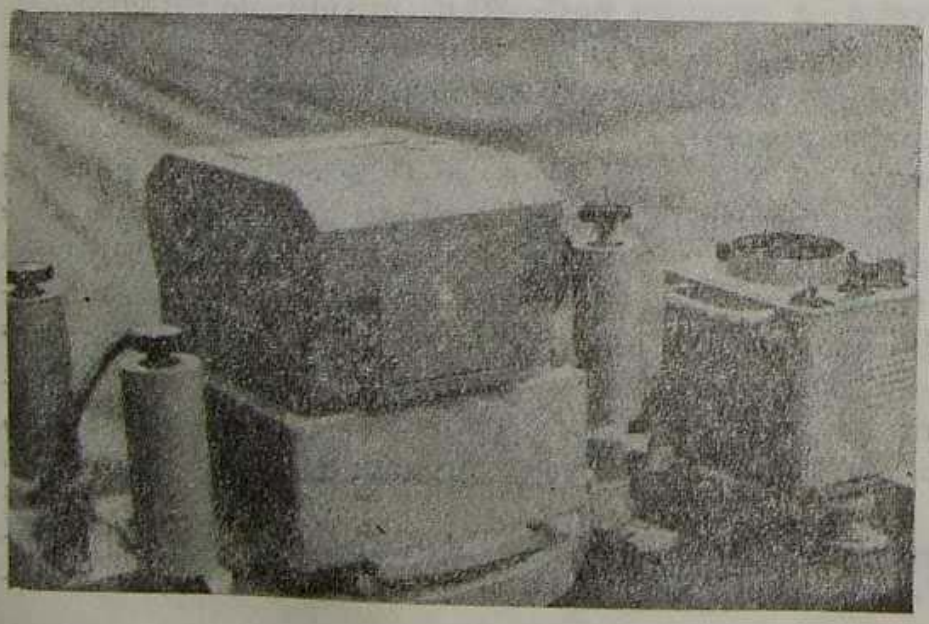


FIG. 144

a operatorului sau cu ajutorul unui dispozitiv electromecanic sau electronic, pe baza unui program dinainte stabilit. Formatul fotografiei variază, în funcție de tipul și destinația camerei, între 2,5×3 cm și 30×30 cm.

Distanța focală (f) variază, la camerele fotoaeriene mai des utilizate, între 50 mm și 1 000 mm. În ultimul timp s-au construit camere speciale, cu distanțe focale mult mai mari (între 5 și 10 metri). În funcție de mărimea distanței focale, de la aceeași înălțime de zbor se pot obține fotografii la scări diferite. Astfel, fotografiile luate de la o înălțime de 10 000 metri, cu o cameră cu distanța focală de 100 mm vor avea scara 1 : 100 000, iar cu o cameră cu distanța focală de 1 000 mm vor avea scara 1 : 10 000.

10.2.1.2 *Mijloace fotografice*

Fotografiile aeriene se execută pe film sau pe plăci de sticlă, înmagazinate în casete speciale care pot conține de la cîteva zeci pînă la cîteva sute de poziții.

Se folosesc filme și plăci care dau imaginea în alb-negru, în culori normale sau în culori false, cu o gamă variată a sensibilității față de radiațiile luminoase. De asemenea se folosesc filme sensibile în zona infraroșu a spectrului, permițînd obținerea imaginii obiectelor mascate, dar care emit radiații calorice.

În general filmele și plăcile destinate fotografierii aeriene au o putere separatoare ridicată (peste 100 linii pe mm), dînd posibilitatea să înregistreze obiecte lineare a căror imagine apare sub 0,01 mm. În ultimul timp s-au obținut pelicule speciale, termoplastice, care au o putere separatoare de peste 1 000 linii pe mm.

10.2.1.3 *Mijloace purtătoare pentru camerele fotoaeriene*

Camerele fotoaeriene pot fi montate pe avioane sau pe helicoptere amenajate special. Pentru a permite executarea de fotografii la scări și formate diferite, în funcție de diversele lor destinații, pe același avion sau helicopter se montează mai multe tipuri de camere fotoaeriene, comandate individual sau centralizat. De asemenea pot fi montate camere speciale pentru fotografierea ecranului radiolocatorului de bord (fig. 145).

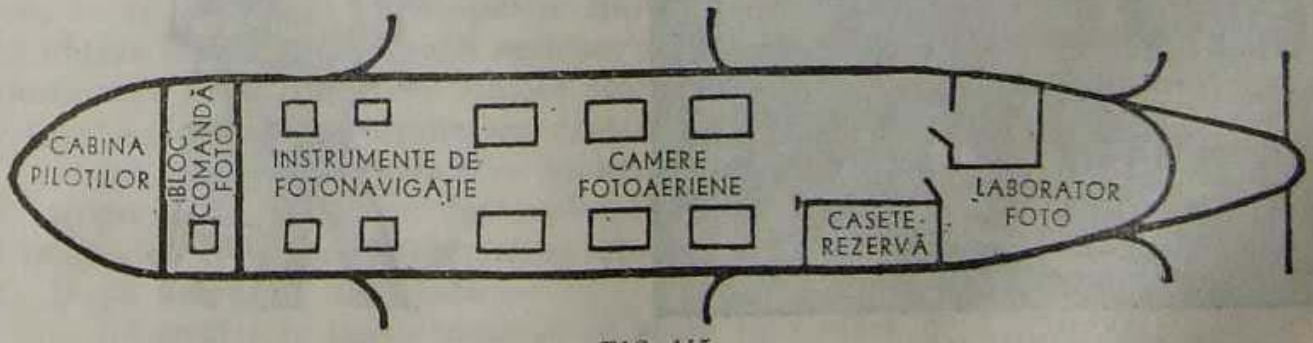


FIG. 145

În ultimul timp se folosesc, ca mijloc de cercetare în scopuri militare, sateliții artificiali ai Pămîntului, pe care sînt montate camere fotografice automate, cu distanțe focale foarte mari și cu obiective foarte sensibile care permit obținerea unor fotografii ce pot să furnizeze o cantitate de informații apropiată de cea a fotografiilor luate din avion.

10.2.2 Obținerea fotografiilor terestre

Fotografiile terestre destinate cercetării se obțin atît cu aparate fotografice obișnuite, cît și cu aparate fotografice specializate. Cu ajutorul *fototeodolitului* (fig. 146) se execută fotografii orientate, care permit executarea de măsurări precise, în scopul întocmirii unor schițe sau planuri, ori pentru determinarea coordonatelor unor obiective.

Se mai folosesc aparate fotografice *periscopice* (fig. 147), care permit executarea fotografiilor din tranșee sau gropi. Aceste tipuri de aparate sînt dotate, în general, cu mai multe obiective cu distanțe focale diferite, care

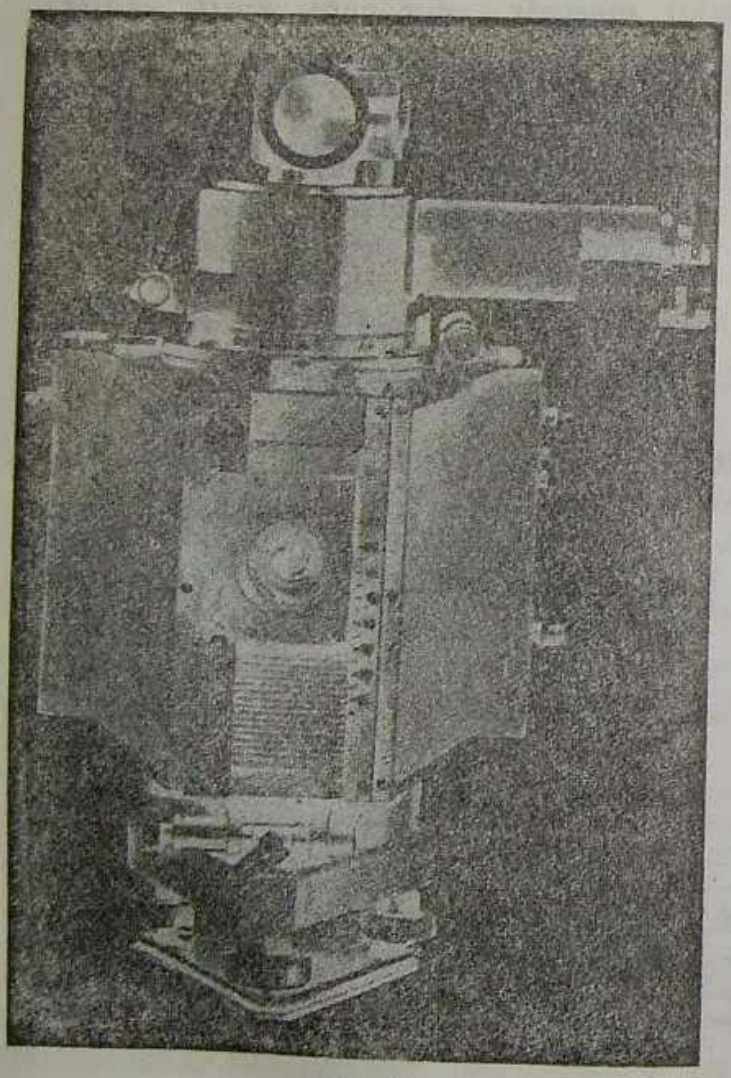


FIG. 146

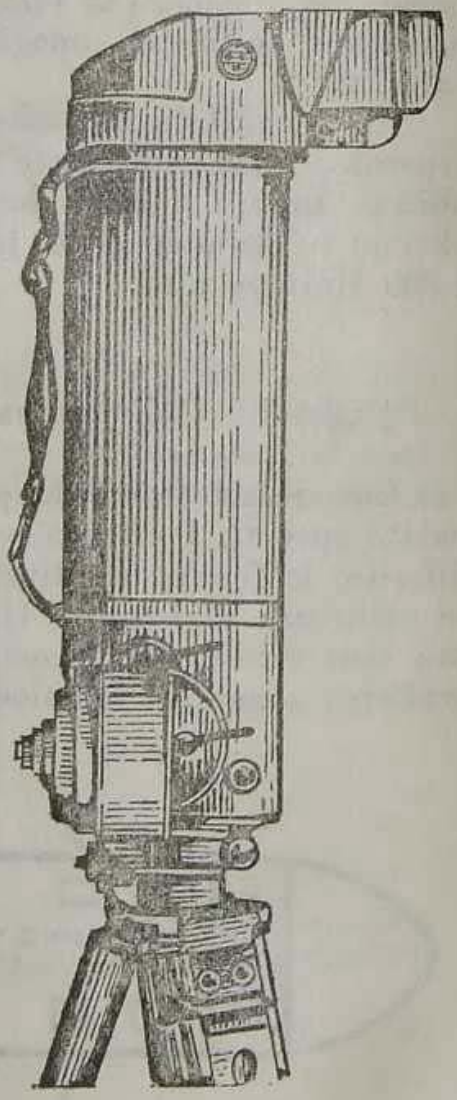


FIG. 147

se pot comuta prin manevre simple, dînd posibilitatea înregistrării fotografice succesive la mai multe scări.

Se folosesc materiale fotografice cu caracteristici diferite, în funcție de nevoi.

10.3 Clasificarea fotografiilor

Clasificarea fotografiilor se face după diferitele procedee de obținere a lor, precum și după destinație și scop. Criteriile de clasificare a fotografiilor sînt următoarele:

După locul de obținere:

— fotografii aeriene — obținute cu ajutorul camerelor fotografice instalate pe avioane sau helicoptere;

— fotografii cosmice — obținute cu ajutorul camerelor fotografice instalate pe sateliții de cercetare;

— fotografii terestre — obținute cu aparate fotografice obișnuite sau specializate, purtate sau instalate în adăposturi sau la bordul navelor fluviale și maritime.

După poziția axei optice a aparatului fotografic față de suprafața fotografiată:

— fotografii *nadirale* sau verticale — cînd axa de fotografiere este perpendiculară pe suprafața fotografiată, cu o abatere de cîteva grade; în mod obișnuit se obțin cu mijloace aeriene și mai rar prin fotografiere terestră; au avantajul că în cîmpul imaginii se menține aceeași scară de fotografiere;

— fotografii *înclinate* — cînd axa de fotografiere are o înclinare mai mare de 10°; în cazul cînd în imagine apare și linia orizontului poartă denumirea de fotografii *perspective*. Fotografiile înclinate se obțin din avioane, helicoptere, sateliți și în mod obișnuit — prin mijloace terestre. La aceste fotografii dezavantajul scării variabile în cîmpul imaginii este compensat de avantajul cuprinderii unei suprafețe mult mai mari decît la fotografiile nadirale.

După numărul de fotografii înregistrate:

— fotografii *izolate* (de punct) — acestea se execută atît aerian, cît și terestru, atunci cînd se urmărește obținerea imaginii unor obiective izolate, de mică întindere, a căror poziție este în general cunoscută;

— *benzi* de fotografii — sînt constituite dintr-un șir de fotografii succesive, luate de obicei cu acoperire între ele, pentru o fîșie mare de teren; se pot obține benzi de fotografii aeriene, cosmice sau terestre, care servesc pentru examinarea unor obiective liniare (căi de comunicații, linia frontului, zona de frontieră, zonele riverane sau costiere etc.);

— fotografii *de suprafață* — acoperă o suprafață mare de teren prin benzi de fotografii cu acoperire între ele; se folosesc pentru studiul de ansamblu al terenului și pentru întocmirea fotodocumentelor.

După scara de fotografiere:

— fotografii la scară mare — cu scara mai mare de 1 : 10 000;

— fotografii la scară medie — cu scara cuprinsă între 1 : 10 000 și 1 : 30 000;

— fotografii la scară mică — cu scara mai mică de 1 : 30 000.

După timpul de execuție:

— fotografii de zi — luate în timpul zilei; dacă există posibilitatea se execută în intervalul de timp cînd dimensiunile umbrelor sînt minime (în cazul fotografierilor aeriene) sau cînd lumina soarelui vine din spatele aparatului de fotografiat (în cazul fotografiilor terestre);

— fotografii de noapte — luate în timpul nopții, folosind mijloace speciale de iluminare a suprafeței terestre (bombe sau rachete luminoase, reflectoare) sau pelicule fotografice sensibile la radiațiile invizibile ale spectrului.

După caracteristicile materialului fotografic folosit:

— ortocromatice;
— pancromatice;
— infracromatice;
— în culori normale;
— în culori false.

10.4 Domeniile de folosire a fotografiilor în scopuri militare

Reprezentînd cu fidelitate imaginea tuturor obiectelor ce apar în cîmpul obiectivului camerei fotografice, din punct de vedere militar, fotografia oferă o serie de avantaje, deoarece:

— constituie o reprezentare obiectivă, redînd situația reală din teren la un moment dat;

— este completă, fiind lipsită de subiectivismul reprezentării schematice a unui plan;

— prin înregistrări repetate, dă posibilitatea urmăririi activității în timp a trupelor și a tehnicii de luptă;

— prin înregistrarea unor suprafețe mari de teren permite o analiză de ansamblu a situației în cîmpul de luptă;

— face posibilă corectarea rapidă a hărților și întocmirea unor fotodocumente speciale.

Datorită multiplelor sale posibilități, fotografia aeriană și terestră are o largă folosire în scopuri militare, principalele activități fiind:

— cercetarea fotoaeriană și fototerestră (fotocercetarea);
— orientarea în teren (înlocuind harta);
— completarea, corectarea sau întocmirea din nou a documentelor topografice;
— întocmirea fotodocumentelor speciale.

CAPITOLUL al 11-lea

Noţiuni de fotogrammetrie

11.1 Definiţia fotogramei şi elementele ei caracteristice

Fotograma este o fotografie specială, care, spre deosebire de fotografia obişnuită, permite efectuarea de măsurări precise pe imaginea fotografică.

Fotograma este definită din punct de vedere matematic ca o *proiecţie centrală*, deoarece razele care pornesc de la punctele din teren converg într-un centru de perspectivă — obiectivul fotografic. Imaginea se obţine secţionînd fasciculul de raze din spaţiu cu planul fotogramei, după ce fasciculul a parcurs sistemul de lentile ce compun obiectivul camerei fotogrammetrice. Secţionarea se face la o distanţă precis determinată faţă de punctul nodal al obiectivului fotografic; aceasta se numeşte *distanţă focală*.

Pentru rezolvarea problemelor teoretice şi practice, legate de exploatarea fotogramelor, este necesar să se cunoască o serie de elemente caracteristice ale fasciculului fotogrammetric cu ajutorul căruia se realizează imaginea.

Elementele caracteristice ale fotogramei sînt arătate în figura 148.

În planul fotogramei se pot distinge, de asemenea, imaginile punctelor m_i, corespondente punctelor M_i din teren.

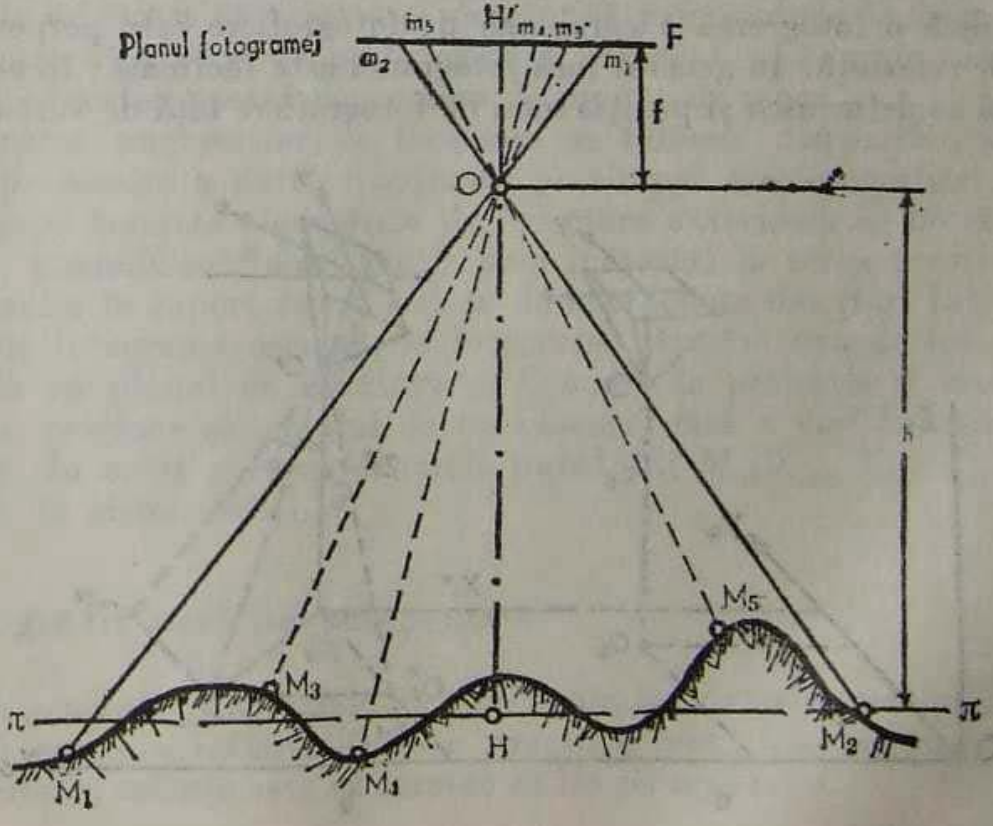
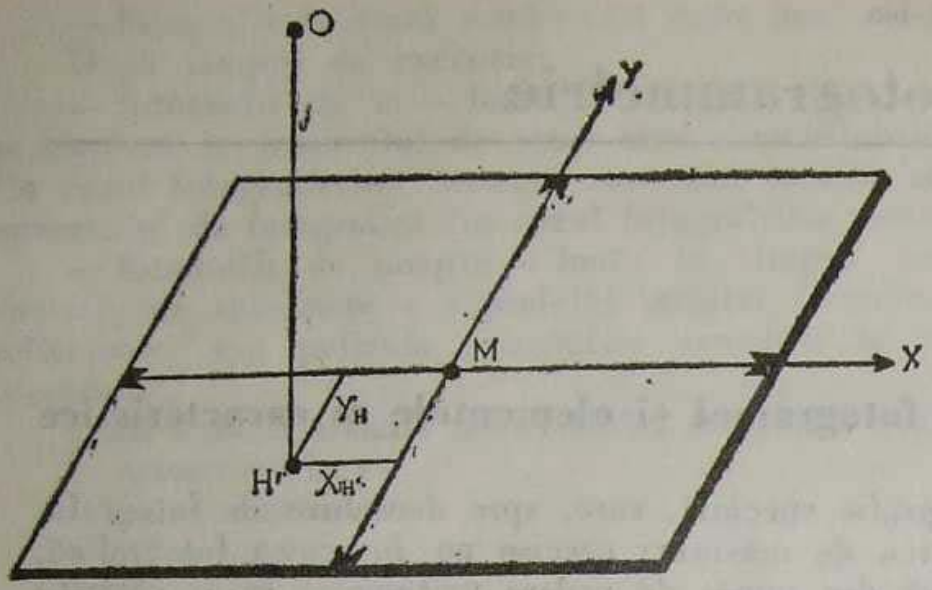


FIG. 148

F — planul fotogramei; *O* — centrul de perspectivă sau vîrful fasciculului (acesta corespunde cu punctul nodal posterior al obiectivului camerei fotoaeriene); *H'* — punctul principal al fotogramei, determinat de perpendiculara coborîtă din centrul *O* pe planul fotogramei; *H* — proiecţia punctului principal într-un plan de referinţă mediu π; *f* — distanţa focală a camerei fotoaeriene (segmentul axului optic cuprins între punctul nodal posterior al obiectivului şi planul fotogramei); *h* — înălţimea de fotografiere (reprezintă distanţa de la centrul de perspectivă la planul de referinţă mediu π; *H'H* — axa de fotografiere.

FIG. 149



Din figurile 149 și 150 rezultă două categorii de elemente:

— elemente de *orientare interioară*, care definesc poziția planului fotogramei față de centrul de perspectivă O (distanța focală f și coordonatele punctului H' — $x_{H'}$ și $y_{H'}$ —, în raport cu punctul M; M fiind punctul mijlociu al fotogramei, rezultat din intersectarea reciprocă a liniilor ce unesc indicii marginali ai fotogramei);

— elemente de *orientare exterioară*, care stabilesc poziția în spațiu a centrului de perspectivă O față de un sistem de coordonate dat (de obicei sistemul geodezic de coordonate).

Elementele de orientare interioară ($f, x_{H'}, y_{H'}$) prezintă o importanță deosebită în exploatarea fotogramelor cu ajutorul aparatelor fotogrammetrice, în scopul întocmirii hărților.

În definirea elementelor caracteristice am utilizat o fotogramă *nadirală*, adică o fotogramă a cărei axă de fotografiere este perpendiculară pe planul de referință. În general însă fotograma este înclinată; în acest caz este necesar să se definească și poziția axei de fotografiere față de verticala locului.

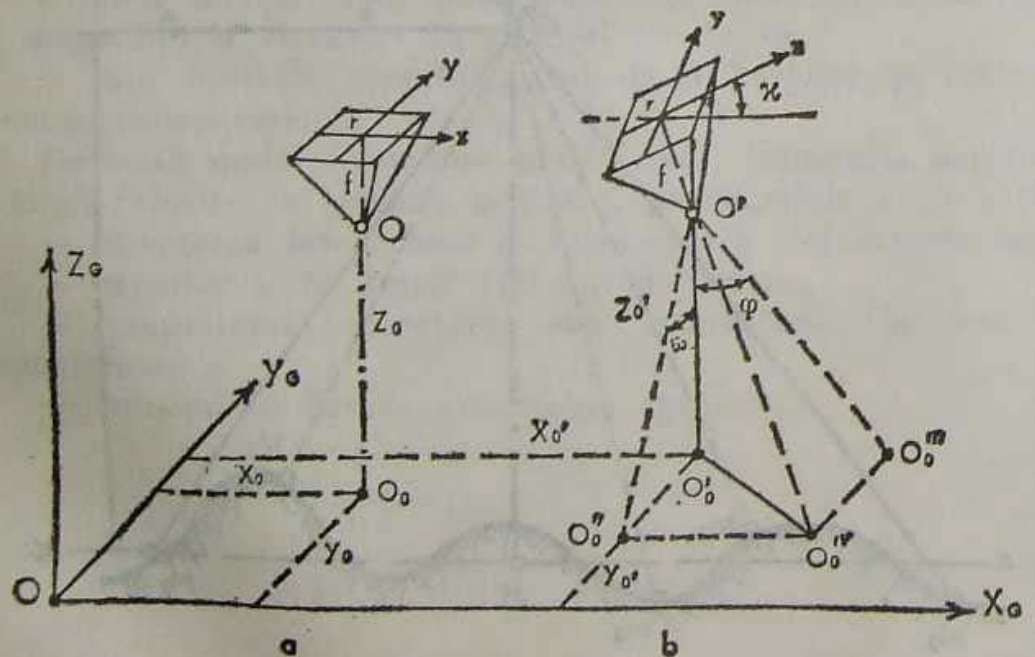
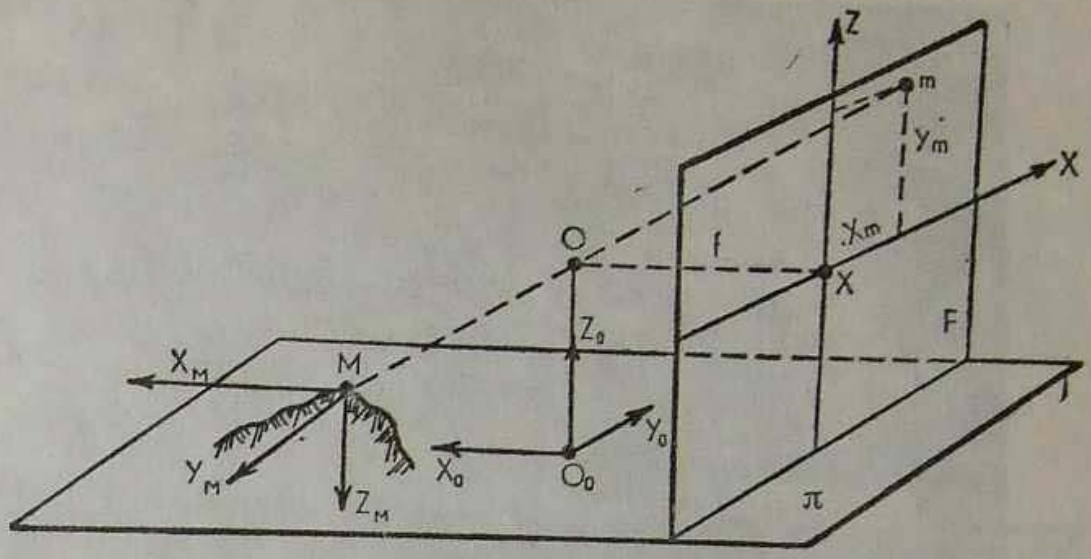


FIG. 150

FIG. 151



În figura 150 *a* și *b* se evidențiază definirea elementelor de orientare exterioară în cele două cazuri.

În cazul unei fotograme nadirale (fig. 150 *a*), avînd direcțiile axelor x, y, f paralele cu sistemul de axe geodezice X_G, Y_G, Z_G, elementele de orientare exterioară ale fotogramei sînt X_0, Y_0, Z_0 (coordonatele centrului de perspectivă O).

În cazul fotogramei înclinate (fig. 150 *b*), în afara elementelor liniare $X_{0'}$, $Y_{0'}$, $Z_{0'}$, apar trei elemente unghiulare de orientare, definite astfel:

— unghiul $\varkappa$ — reprezintă *unghiul de rotire* a fotogramei în planul său, în jurul axei Z;

— unghiul φ — reprezintă *înclinarea longitudinală* a fotogramei în jurul axei Y (în sensul direcției de zbor a avionului);

— unghiul ω — reprezintă *înclinarea transversală* a fotogramei în jurul axei X (pe direcția planurilor avionului).

În lucrările fotogrammetrice, care au drept scop obținerea hărților topografice, elementele de orientare exterioară se determină prin metode indirecte folosind puncte terestre identificabile pe fotograme, cărora li se cunosc coordonatele X_G, Y_G, Z_G. Acestea poartă denumirea de puncte de reper.

Pentru determinarea unghiurilor de înclinare se folosesc dispozitive și metode speciale de prelucrare a datelor obținute pe timpul aerofotografierii.

În cazul fotogramei terestre elementele de orientare exterioară se determină în mod direct, putîndu-se stabili precis prin măsurări la teren poziția camerei fotogrammetrice în raport cu un sistem de coordonate dat (fig. 151).

Spre deosebire de fotograma aeriană, la fotograma terestră axa de fotografiere este paralelă cu planul de referință π. Centrul de proiecție O este considerat, de obicei, originea sistemului de coordonate, fără a mai fi legat de sistemul geodezic. În acest caz coordonatele punctului M (X_m, Y_m, Z_m) sînt determinate într-un sistem local.

11.2 Fotografii aeriene perspective

Am arătat că, în general, fotogramele nu sînt nadirale, datorită înclinării avionului pe timpul aerofotografierii. Oricîte precauții s-ar lua, asemenea înclinări nu pot fi evitate; cerința este ca acestea să fie cît mai mici.

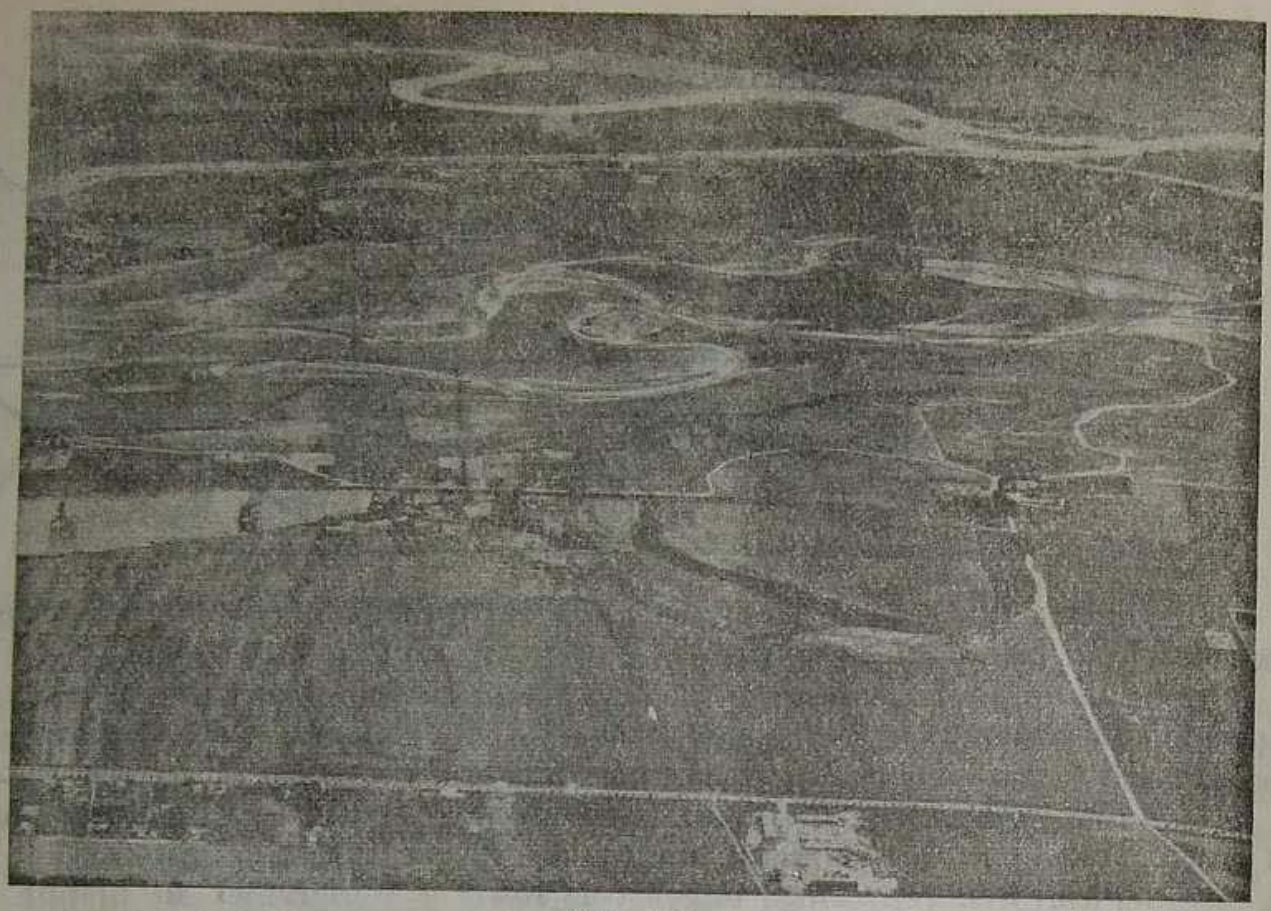


FIG. 152

În cazul cînd se urmăresc scopuri speciale se execută în mod intenționat fotografii înclinate (fig. 152). Unghiul de înclinare a axei de fotografiere poate fi mărit pînă la obținerea liniei orizontului pe imaginea fotografică. Cu ajutorul unor astfel de fotograme se poate identifica ușor caracterul detaliilor de planimetrie și se poate forma o vedere generală a terenului fotografiat. De asemenea se pot obține imagini de pe o suprafață mai întinsă și în zone mai îndepărtate de locul în care se efectuează zborul, spre exemplu într-un sector ocupat de inamic.

Dezavantajele unor astfel de fotografii fac ca utilizarea lor să fie mai redusă. Dintre aceste dezavantaje enumerăm:

— mascarea unor detalii de planimetrie de către altele, aflate într-un plan mai apropiat;

— diferențe mari de scară între diversele zone ale fotografiei;

— greutăți deosebite în efectuarea măsurărilor.

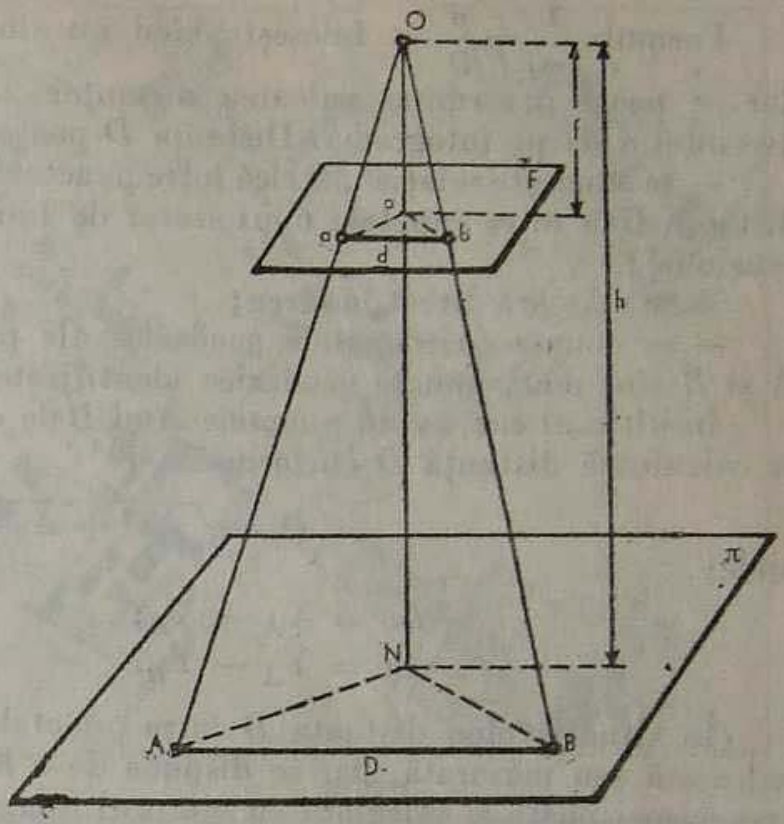
11.3 Scara fotogramei

Scara fotogramelor nadirale se determină cu ajutorul relațiilor metrice existente între elementele sale caracteristice.

Din asemănarea triunghiurilor (fig. 153) se pot scrie rapoartele:

$$\frac{f}{h} = \frac{d}{D} = \frac{1}{m_f},$$

FIG. 153



unde:

f — distanța focală a camerei fotoaeriene;

h — înălțimea de zbor față de planul mediu al terenului fotografiat;

d — distanța între două puncte de pe fotogramă;

D — distanța de pe teren, corespondentă distanței d de pe fotogramă;

$\frac{1}{m_f}$ — scara fotogramei.

Deci scara fotogramei nadirale se poate determina fie din raportul dintre distanța focală f și înălțimea de fotografiere h, fie din raportul dintre un segment de dreaptă de pe fotogramă d și corespondentul său din teren D.

Formula $\frac{1}{m_f} = \frac{f}{h}$ se folosește în situația cînd sînt cunoscute distanța focală f și înălțimea de fotografiere h; de obicei aceste valori apar fotografiate pe marginea fotogramei (fig. 154).

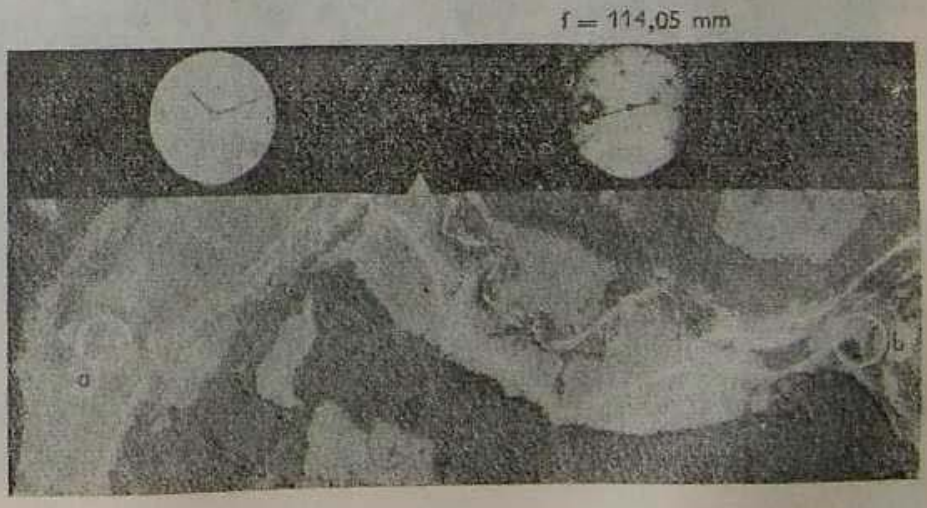


FIG. 154

Formula $\frac{1}{m_f} = \frac{d}{D}$ se folosește cînd nu sînt cunoscute valorile f sau h, dar se poate determina valoarea distanței D de pe teren, corespondentă distanței d de pe fotogramă. Distanța D poate fi determinată pe diferite căi:

— se cunoaște relația metrică între punctele A și B de pe teren (de exemplu, distanța fixă între capetele unui sector de linie telefonică sau linie de înaltă tensiune);

— se măsoară direct în teren;

— se cunosc coordonatele geodezice ale punctelor A și B (de exemplu, A și B sînt două puncte geodezice identificate pe fotogramă).

În ultimul caz, avînd punctele A și B de coordonate X_A, Y_A și X_B, Y_B, se calculează distanța D cu formula:

$$D = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2},$$

unde:

$$\Delta x = X_A - X_B;$$
$$\Delta y = Y_A - Y_B.$$

În situația cînd distanța D între punctele A și B din teren nu poate fi calculată sau măsurată, dar se dispune de o hartă a zonei fotografiate, scara fotogramei poate fi calculată cu ajutorul relațiilor existente între un segment de dreaptă d măsurat pe fotogramă și corespondentul său d' de pe hartă (fig. 155 *a* și *b*).

Așa cum am dedus relația de determinare a scării fotogramei:

$$\frac{1}{m_f} = \frac{d}{D},$$

se poate scrie și pentru scara hărții $\frac{1}{m_h}$ că:

$$\frac{1}{m_h} = \frac{d'}{D}.$$

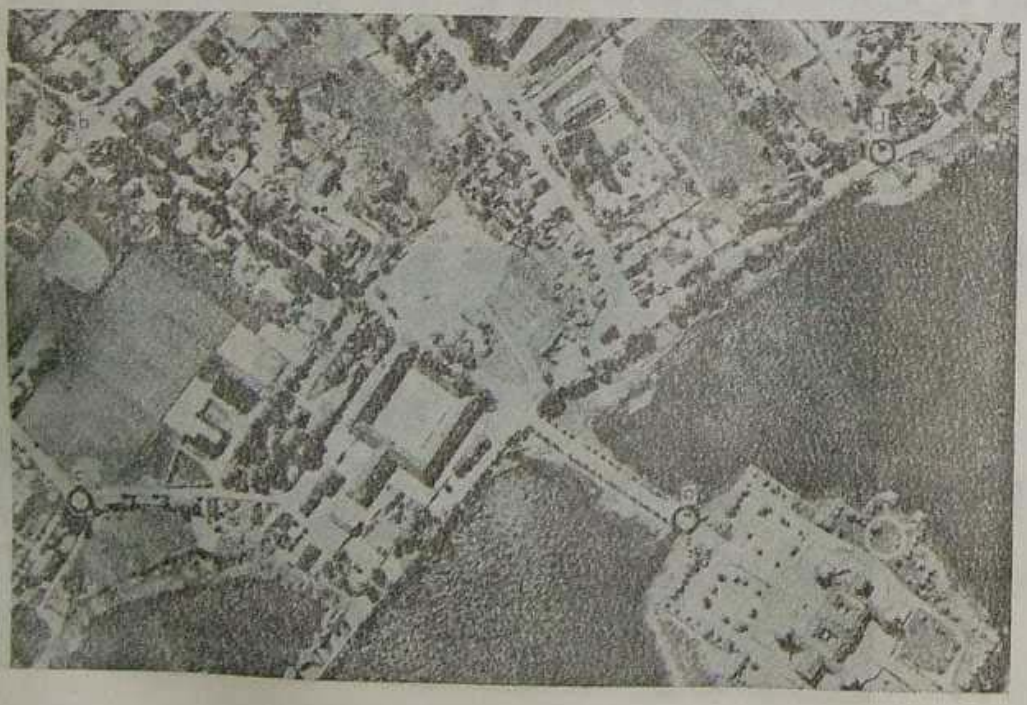
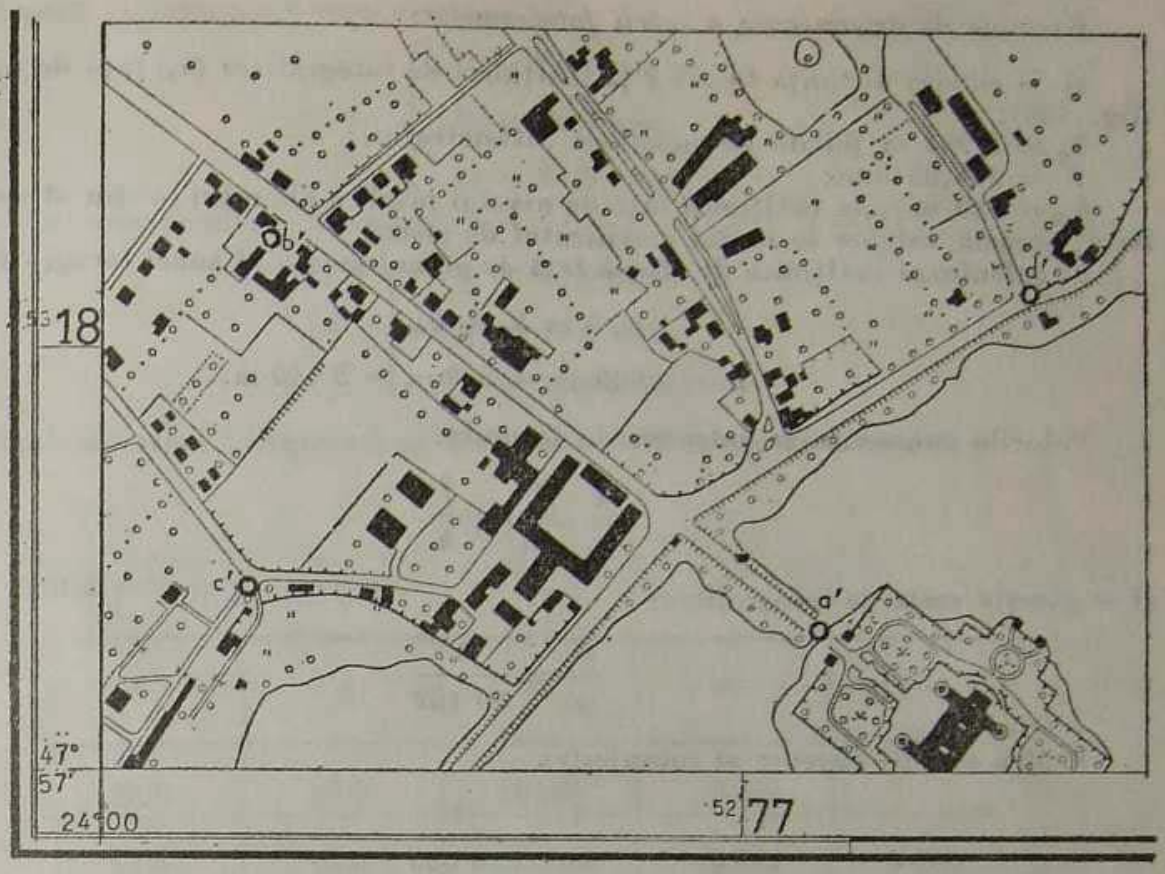


FIG. 155 a

FIG. 155 b



Din cele două relații se deduce:

$$m_f = m_h \frac{d'}{d}.$$

Toate elementele din partea a doua a egalității fiind cunoscute sau măsurabile se poate calcula numitorul scării fotogramei m_f. Cea mai mare precizie în determinarea scării fotogramelor se obține cu ajutorul distanțelor deduse din coordonatele punctelor cunoscute sau prin măsurarea la teren a segmentelor corespondente de pe fotogramă.

În cadrul aceleiași fotograme sau a unui grup de fotograme din aceeași zonă scara de fotografiere poate să varieze datorită diferențelor de nivel ale terenului sau înclinărilor axei de fotografiere. De aceea, pentru a se mări precizia determinării scării fotogramelor, este necesar să se respecte următoarele reguli:

— determinarea scării se face pe două sau mai multe direcții și se ia ca valoare finală media valorilor obținute din fiecare combinație;

— punctele alese să fie pe cît posibil la înălțimi egale sau apropiate ca diferențe de nivel;

— punctele să fie bine identificate și situate la distanțe cel puțin egale cu jumătatea zonei cuprinse în fotogramă;

— eroarea de măsurare a distanțelor pe fotogramă sau pe hartă să nu depășească $\pm$ 0,2 mm.

Exemple de determinare a scării fotogramelor:

a) Se cunosc distanța focală f și înălțimea de fotografiere (h_0) față de nivelul mării (fig. 154):

$h_0 = 3\ 960$ m (citită pe imaginea altimetrului);

$f = 114{,}05$ mm;

$h_m = 520$ m (este înălțimea față de nivelul mării a planului mediu al zonei fotografiate; această valoare se ia din certificatul de zbor).

Se calculează înălțimea de zbor h față de planul mediu al zonei fotografiate:

$$h = h_0 - h_m;$$

$$h = 3\ 960 \text{ m} - 520 \text{ m} = 3\ 440 \text{ m}.$$

Valorile cunoscute se introduc în formula:

$$\frac{1}{m_f} = \frac{f}{h}$$

și se găsește scara de fotografiere:

$$\frac{1}{m_f} = \frac{1}{30\ 162}.$$

Pentru calcule curente se rotunjește:

$$\frac{1}{m_f} = \frac{1}{30\ 000}.$$

b) Se cunosc coordonatele geodezice ale punctelor A și B (fig. 154):

$$A \begin{cases} X_A = 5\ 089\ 724{,}56 \text{ m}; \\ Y_A = 5\ 386\ 972{,}12 \text{ m}; \end{cases}$$

$$B \begin{cases} X_B = 5\ 089\ 177{,}37 \text{ m}; \\ Y_B = 5\ 389\ 276{,}64 \text{ m}. \end{cases}$$

Se calculează din coordonate distanța D între punctele A și B din teren, cu ajutorul formulei:

$$D = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}.$$

$$\Delta x = X_A - X_B = 547{,}19 \text{ m};$$

$$\Delta y = Y_A - Y_B = 2\ 304{,}52 \text{ m}.$$

$$D = 2\ 368{,}59 \text{ m}.$$

Se măsoară pe fotogramă distanța d între punctele A și B, găsindu-se $d = 72{,}0$ mm.

Se calculează scara de fotografiere cu ajutorul formulei:

$$\frac{1}{m_f} = \frac{d}{D}.$$

$$\frac{1}{m_f} = \frac{0{,}072}{2\ 368{,}59} = \frac{1}{30\ 397} \approx \frac{1}{30\ 000}.$$

c) Se dispune de harta zonei aerofotografiate (fig. 155 *a* și *b*) și se pot identifica puncte comune între fotogramă și hartă (a, b, c, d respectiv a', b', c', d'). Se cunoaște scara hărții $\frac{1}{m_h} = \frac{1}{10\ 000}$.

Se măsoară pe fotogramă segmentele:

$$d \begin{cases} bc = 35{,}0 \text{ mm}; \\ bd = 78{,}0 \text{ mm}; \\ cd = 84{,}5 \text{ mm}; \end{cases}$$

și segmentele corespondente pe hartă:

$$d' \begin{cases} b'c' = 33{,}0 \text{ mm}: \\ b'd' = 73{,}0 \text{ mm}; \\ c'd' = 80{,}0 \text{ mm}. \end{cases}$$

Se calculează scara fotogramei pe fiecare direcție cu ajutorul formulei:

$$m_f = m_h \frac{d'}{d}$$

și se face media valorilor obținute:

d'	d	m_h	m_f	m_f mediu
33,0	35,0	10 000	9 430	
73,0	78,0	10 000	9 484	9 460
80,0	84,5	10 000	9 466	

Deci: $\frac{1}{m_f} = \frac{1}{9\,460}$.

d) Se cunoaște mărimea reală din teren a unui obiect a cărui imagine apare pe fotogramă (fig. 156).

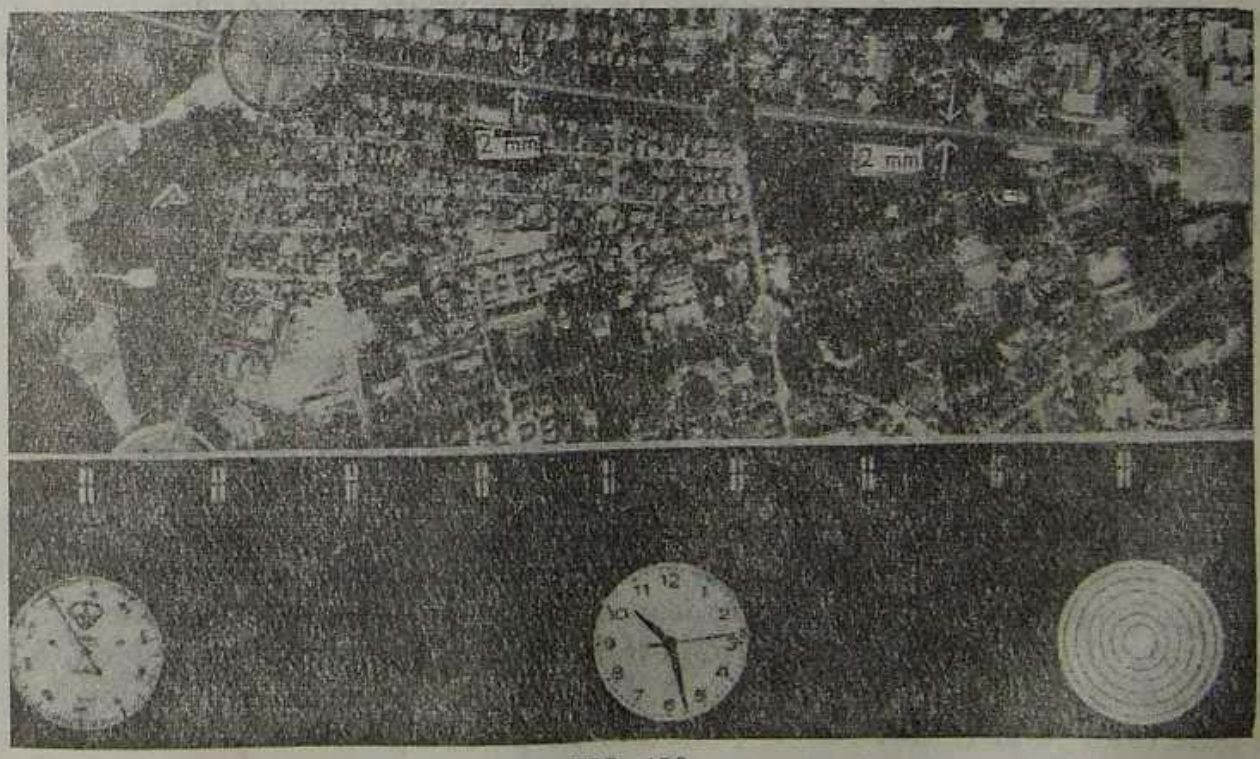


FIG. 156

Se măsoară pe fotogramă lățimea imaginii autostrăzii:

$$d = 2{,}0 \text{ mm}.$$

Se cunoaște lățimea reală pe teren a autostrăzii:

$$D = 30 \text{ m}.$$

Se determină scara fotogramei cu ajutorul formulei:

$$\frac{1}{m_f} = \frac{d}{D};$$

$$\frac{1}{m_f} = \frac{0{,}002 \text{ m}}{30 \text{ m}} = \frac{1}{15\,000}.$$

11.4 Proprietățile generale ale fotogramei

Alături de hărțile topografice, fotogramele sînt destinate să furnizeze date cît mai complete pentru studierea terenului. Superioritatea fotogramelor față de hărți constă într-o serie de caracteristici și anume:

— Reprezentarea terenului pe fotogramă are un caracter obiectiv. Detaliile din teren, obiectele fixe sau în mișcare, sînt reprezentate instantaneu, atît ca dimensiuni cît și ca orientare, ceea ce ușurează identificarea lor.

— Spre deosebire de hartă, care reprezintă terenul prin semne convenționale, fotograma redă imaginea fotografică, nesupusă impresiei subiective a cartografului.

— Terenul este redat pe fotogramă cu toate detaliile, în timp ce harta reprezintă elementele selecționate în raport cu scopul pentru care este executată și cu generalizarea impusă de scară.

— Intervalul de timp scurs de la începerea fotografierii pînă la exploatarea fotogramelor este de cîteva ore. De aici se poate deduce caracterul actual al datelor furnizate de imaginea fotografică, în comparație cu harta, pentru a cărei obținere este necesar un timp mult mai îndelungat.

— Dacă se fotografiază un teren pe care au loc acțiuni de luptă, pe fotogramă vor apărea și urme ale activității trupelor, precum și ale tehnicii de luptă; aceste informații pot fi folosite pentru organizarea și ducerea luptei.

11.5 Deformarea imaginii terenului pe fotograme

11.5.1 Deformări datorate diferențelor de nivel ale terenului

Fotograma fiind o proiecție centrală imaginea punctelor aflate la înălțimi diferite față de planul de referință π apare deplasată pe fotogramă (fig. 157).

Punctele A și B de pe teren au ca imagine pe planul fotogramei punctele a și b. A_0 și B_0 sînt proiecțiile punctelor A și B pe planul de referință și au corespondentele a_0 și b_0 pe fotogramă. Rezultă că, datorită înălțimilor h_A și h_B ale punctelor A și B din teren, punctele de pe fotogramă a și b sînt deplasate cu mărimile liniare aa_0 și bb_0, pe care le notăm cu Δr_h.

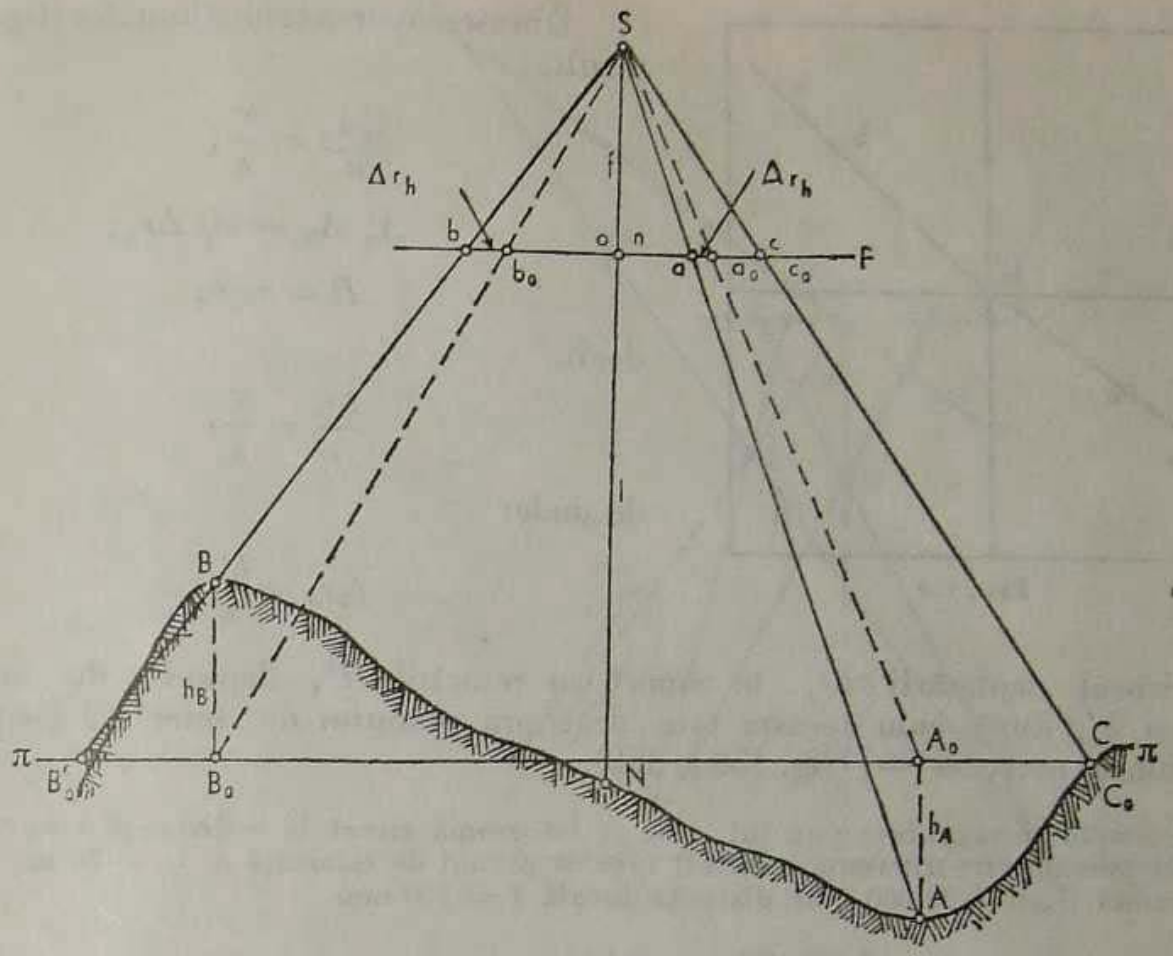


FIG. 157

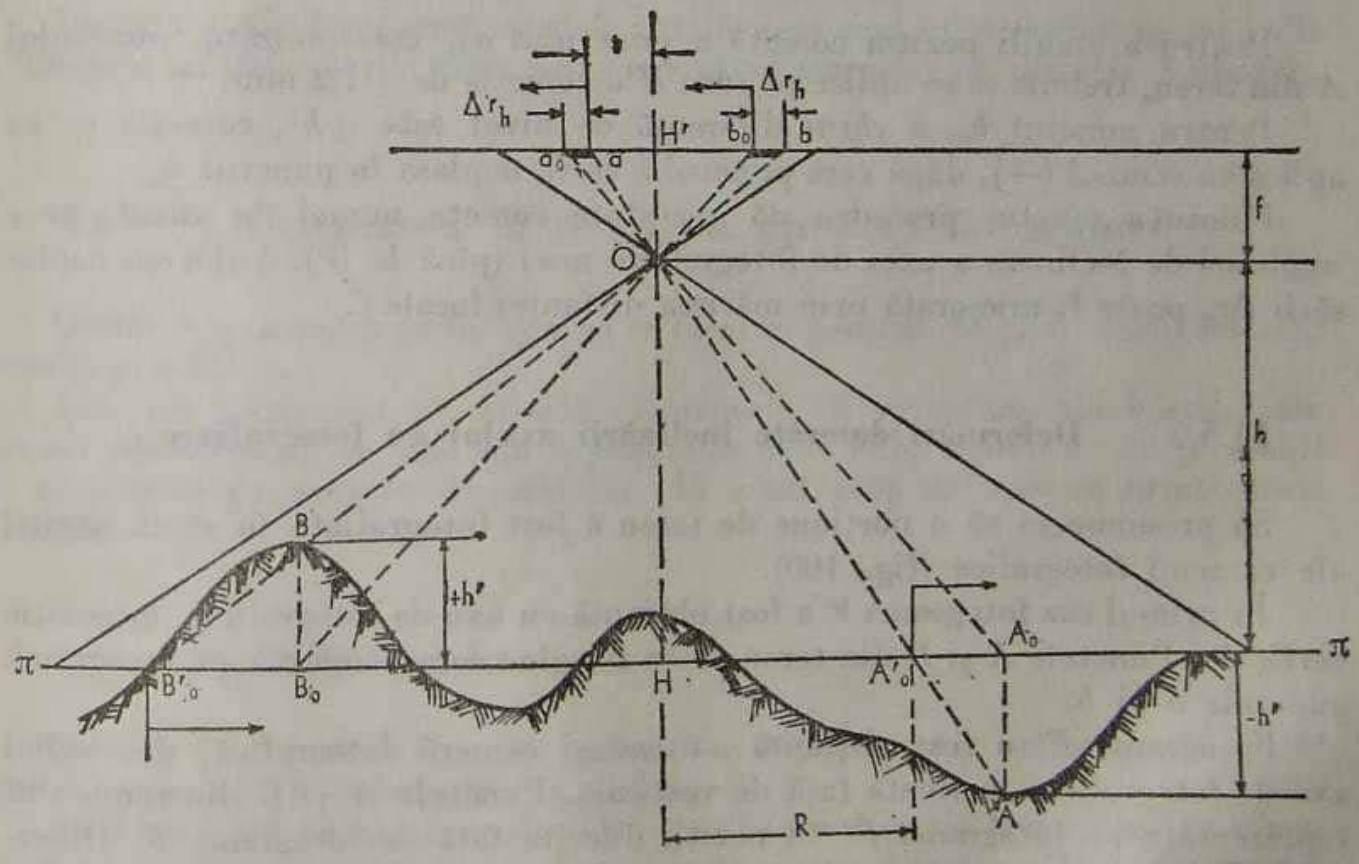


FIG. 158

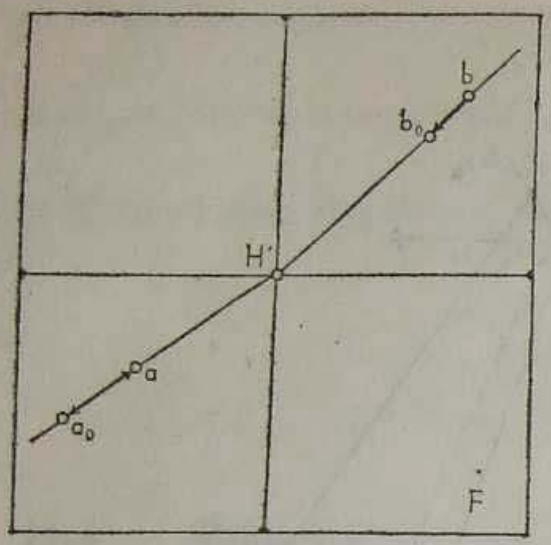


FIG. 159

Din asemănarea triunghiurilor (fig. 158) rezultă:

$$\frac{A_0' A_0}{R} = \frac{h'}{h};$$

dar:

$$A_0' A_0 = m_f \, \Delta r_h;$$

$$R = m_f r;$$

deci:

$$\frac{\Delta r_h}{r} = \frac{h'}{h},$$

de unde:

$$\Delta r_h = \frac{h'}{h} \cdot$$

Sensul deplasării Δr_h, în raport cu punctul H', depinde de semnul valorii h', după cum aceasta este deasupra planului de referință (+) sau dedesubtul acestuia (—) (fig. 158 și 159).

Exemplu: presupunem punctul a de pe fotogramă situat la o distanță $r = 80$ mm față de punctul H'; diferența de nivel față de planul de referință $h' = -60$ m; scara fotogramei fiind 1:20 000, iar distanța focală $f = 200$ mm.

Rezultă:
$$\Delta r_h = \frac{-0{,}080 \cdot 60}{20\,000 \cdot 0{,}2} = \frac{-4{,}8}{4\,000} = -0{,}0012 \text{ m} = -1{,}2 \text{ mm}.$$

Pentru a stabili poziția corectă a punctului a_0, corespunzător punctului A din teren, trebuie să se aplice pe raza $H'a$ corecția de +1,2 mm.

Pentru punctul b_0, a cărui diferență de nivel este $+h'$, corecția se va aplica cu semnul (—), după care punctul b se va deplasa în punctul b_0.

Folosirea acestui procedeu dă rezultate corecte numai în cazul unor unghiuri de înclinare a axei de fotografiere mici (pînă la 3°). Valoarea deplasării Δr_h poate fi micșorată prin mărirea distanței focale f.

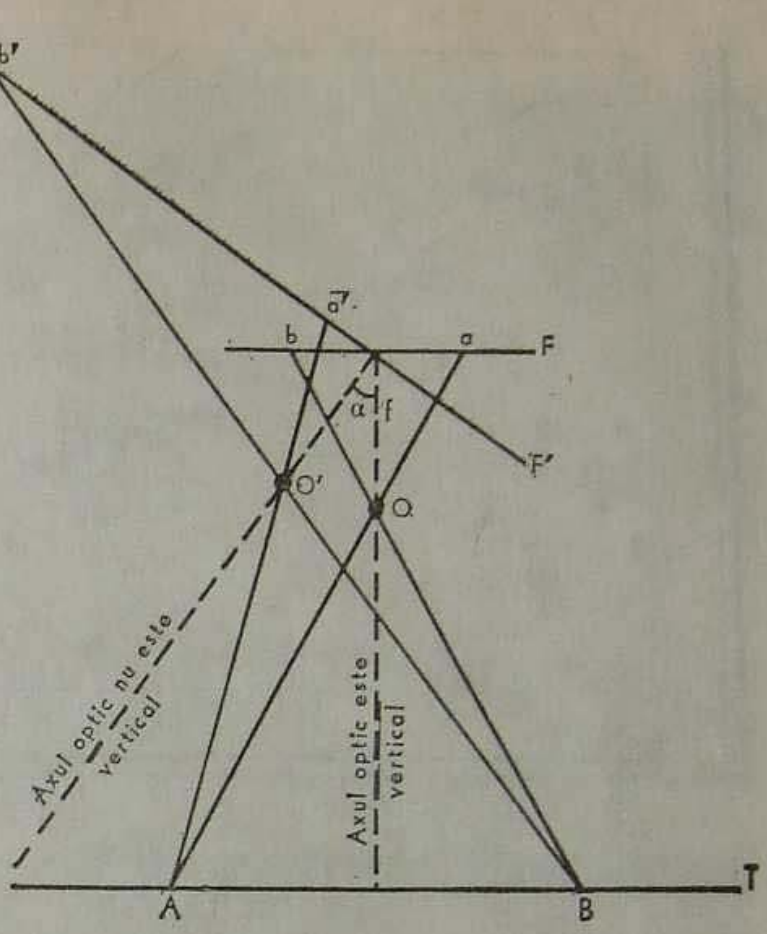
11.5.2 Deformări datorate înclinării axului de fotografiere

Să presupunem că o porțiune de teren a fost fotografiată în două poziții ale camerei fotografice (fig. 160).

În primul caz fotograma F a fost obținută cu axa de fotografiere în poziție verticală. Punctele A și B din teren au ca imagine corespondentă pe fotogramă punctele a și b.

Fotograma F' a fost obținută cu aceeași cameră fotografică, dar avînd axa de fotografiere înclinată față de verticală. Punctele A și B din teren sînt reprezentate pe fotograma F' în poziții diferite față de fotograma F. Observăm de asemenea că segmentul $a'b'$ este diferit ca mărime față de segmentul

FIG. 160



ab. Asemenea deformări liniare au ca rezultat modificarea formei și dimensiunilor obiectivelor reprezentate pe fotograma înclinată.

Porțiunea din fotogramă cu deformările cele mai mici este zona centrală a fotogramei; deformările cresc progresiv către margini, pe direcția înclinării.

11.6 Orientarea în teren cu ajutorul fotogramei

Orientarea în teren cu fotograma se face, în general, ca și în cazul folosirii busolei și a hărții.

Întrucît fotograma nu posedă elementele de orientare ale hărții, care permit identificarea cu ușurință a punctelor cardinale, trebuie ca în prealabil să se traseze pe aceasta direcția lor. În acest scop se folosesc următoarele procedee:

11.6.1 Cu ajutorul hărții

Se aleg două puncte comune pe hartă *a*, *b* și respectiv pe fotogramă *a'*, *b'* care se unesc cu cîte o dreaptă (fig. 161 *a* și *b*).

Se determină pe hartă unghiul pe care-l face direcția trasată *ab* cu direcția nord. Se așază apoi raportorul cu directricea pe direcția *a'b'* pe fotogramă

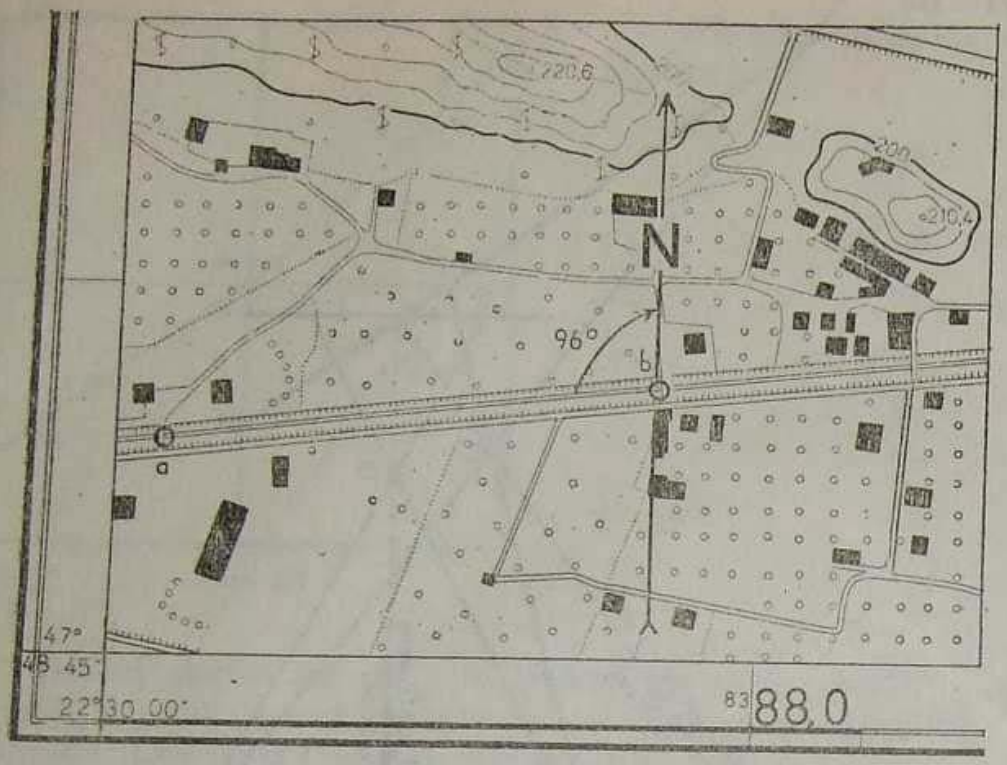


FIG. 161 *a*

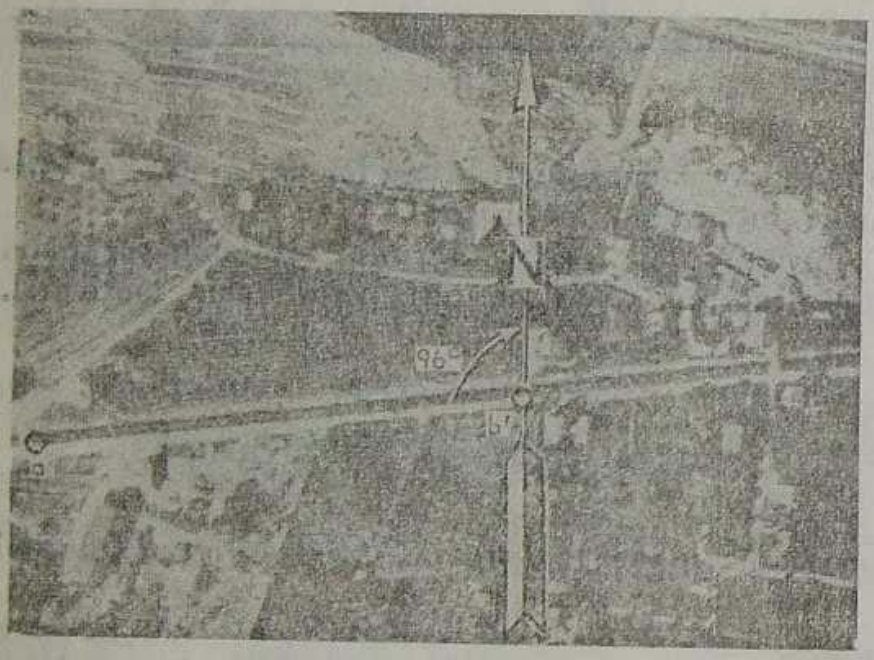


FIG. 161 *b*

și se măsoară unghiul determinat de pe hartă. În dreptul indicelui de pe raportor care arată unghiul măsurat pe hartă se marchează direcția nord pe fotogramă.

11.6.2 Cu ajutorul umbrelor

Dacă pe fotogramă apare înregistrată ora la care s-a făcut aerofotografierea (fig. 162 și 163) se folosesc următoarele formule cu ajutorul cărora se poate determina unghiul n° pe care direcția nord-sud îl face cu umbra proiectată de obiectele din teren:

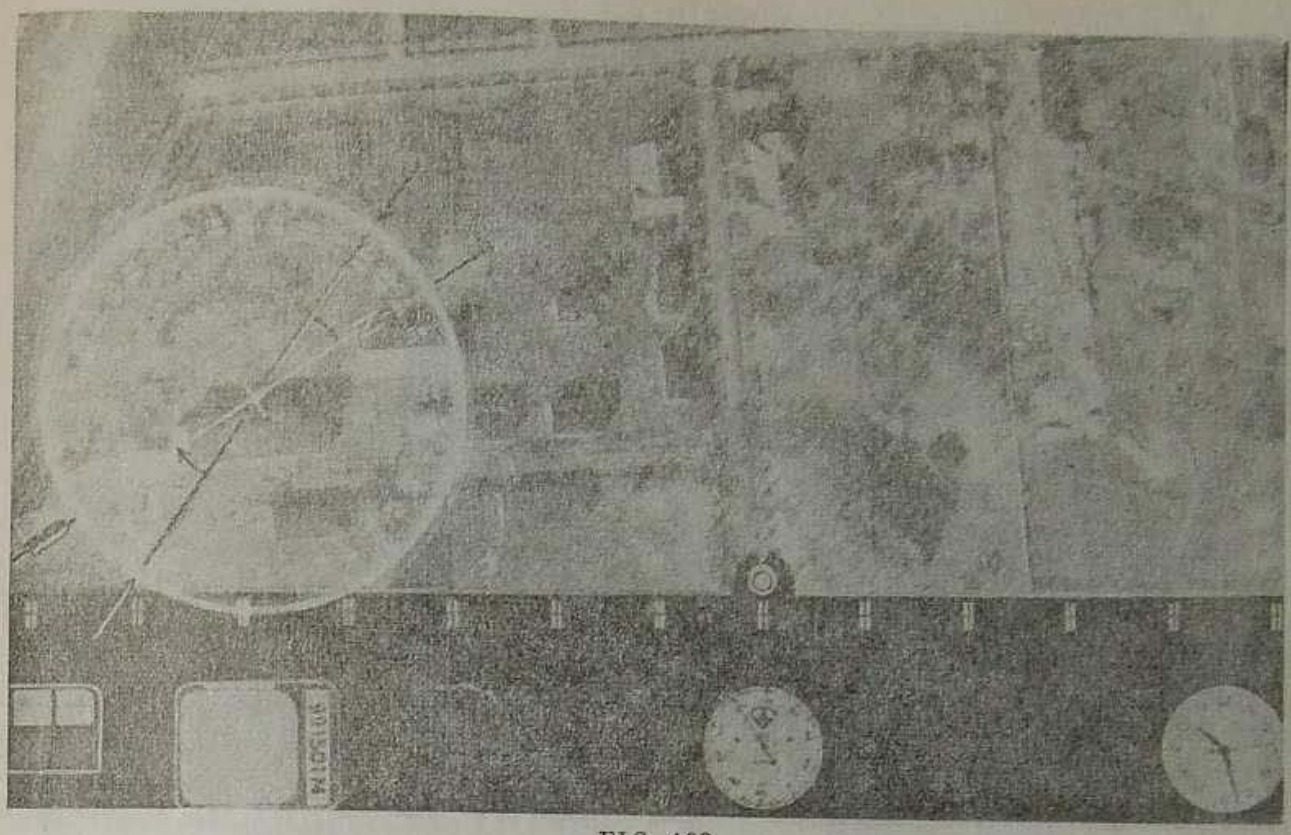


FIG. 162

$n^\circ = 15^\circ \times (12\text{-}h_{am})$, pentru aerofotografierile efectuate înainte de ora 12;
$n^\circ = 15^\circ \times (h_{pm} - 12)$, pentru aerofotografierile executate după ora 12.

În exemplul dat în figura 162 aerofotografierea s-a executat la ora 10,30; valoarea unghiului n° va fi:

$$n^\circ = 15^\circ \times (12 - 10{,}30) = 15^\circ \times 1{,}5 = 22^\circ{,}5.$$

Din calcul rezultă deci că direcția nord-sud face un unghi de 22°,5 cu umbra pe care o proiectează coșul fabricii. Se așază raportorul cu centrul la baza umbrei și se rotește pînă se realizează unghiul determinat între direcția umbrei și direcția nord; de menționat că direcția umbrei indică aproximativ direcția nord, pentru zonele din emisfera nordică.

În cazul cînd aerofotografierea se execută înainte de ora 12 unghiul se va măsura de la direcția umbrei în sensul acelor ceasornicului (spre dreapta), iar după ora 12 unghiul se măsoară în sens invers acelor de ceasornic (spre stînga).

Cu ajutorul unui raportor de construcție specială, cunoscînd ora de aerofotografiere, se poate determina de asemenea direcția nord-sud (fig. 163).

Se trasează, ca și la procedeul precedent, o dreaptă de-a lungul liniei ce marchează umbra. Se așază centrul raportorului pe linia astfel trasată, după care se va roti raportorul pînă cînd ora de aerofotografiere, marcată pe partea de jos a acestuia, se va suprapune cu direcția umbrei, trasată pe fotogramă. Direcția nord-sud de pe raportor va indica nordul de pe fotogramă.

La utilizarea fotogramei pentru orientarea în teren trebuie să se țină seamă de unele particularități ale acesteia, astfel:

— fotograma conține un număr mult mai mare de detalii de teren, asemănătoare ca aspect, dar diferite în realitate;

FIG. 163

— pentru a nu da naștere la confuzii este necesară o examinare atentă a acesteia;

— unele detalii de dimensiuni mici nu se văd la fel de clar ca pe hartă. În special la fotogramele la scări mai mici ca 1 : 15 000 acestea nu se văd de loc (de exemplu: linii de transmisiuni, linii de înaltă tensiune, stîlpi kilometrici etc.).

11.7 Corectarea hărților topografice prin procedee simple, cu ajutorul fotogramelor

Schimbările ce apar pe teren datorită activității obișnuite a oamenilor (noi construcții, amenajări agricole și hidrotehnice, noi căi de comunicații etc.) sau a acțiunilor militare determină o neconcordanță mai mare sau mai mică între conținutul hărților și realitatea terenului. Din această cauză este necesară *actualizarea* (aducerea la zi) a hărților.

Se disting două tipuri de actualizare. Primul tip constă în actualizarea completă a hărților, rezultatul fiind în fond o hartă nou realizată. Al doilea tip de actualizare constă în consemnarea numai a anumitor schimbări, în funcție de importanța lor și de urgența lucrării. Acest tip de actualizare se folosește mai ales în corectarea hărților topografice în condiții de campanie. În acest sens cele mai rapide și eficace procedee de actualizare se bazează pe folosirea fotografiilor aeriene luate recent în zonele interesate.

11.7.1 Prin metoda radierii sau a intersecției

Se consideră punctele comune pe fotogramă *n* și *p*, respectiv pe hartă *N* și *P*, ambele situate de-a lungul unui drum (fig. 164 *a*,*b*). Pentru raportarea pe hartă a segmentului respectiv se folosește metoda radierii. În acest scop se măsoară pe fotogramă distanța cu ajutorul liniei și compasului, se aduce distanța respectivă la scara hărții și din punctul *N* pe hartă se determină punctul *P*.

Dacă punctele nu se află de-a lungul unui detaliu, care să permită măsurarea în linie dreaptă, se folosește metoda intersecției (fig.165 *a*,*b*).

Pentru raportarea unui punct oarecare *p* de pe fotogramă pe hartă se aleg trei puncte *a*, *m*, *n* pe fotogramă și corespondentele lor *A*, *M*, *N* pe hartă. Se identifică aproximativ poziția punctului *P* pe hartă, în raport cu detalii înconjurătoare. Apoi se iau în compas în mod succesiv distanțele *ap*, *mp*, *np* de pe fotogramă, se aduc la scara hărții și cu mărimile *AP*, *MP*, *NP* astfel obținute se trasează cu compasul în aceeași succesiune cîte un arc de cerc. Intersecția celor trei arce de cerc determină poziția punctului *P* pe hartă.

În cazul unui număr mare de puncte de raportat pe hartă, transformările de la scara fotogramei la aceea a hărții devin anevoioase. Pentru a ușura această transformare se construiește un abac denumit *scara grafică proporțională* (fig.166), astfel:

Se aleg punctele *m* și *n* pe fotogramă și corespondentele lor *M* și *N* pe hartă (fig.164 *a*,*b*). Se ia în deschizătura compasului distanța *mn* de pe fotogramă și se raportează pe o dreaptă trasată pe o foaie de hîrtie milimetrică. În punctul *n* se ridică perpendiculara *nN*, egală ca mărime cu distanța *MN* de pe hartă.

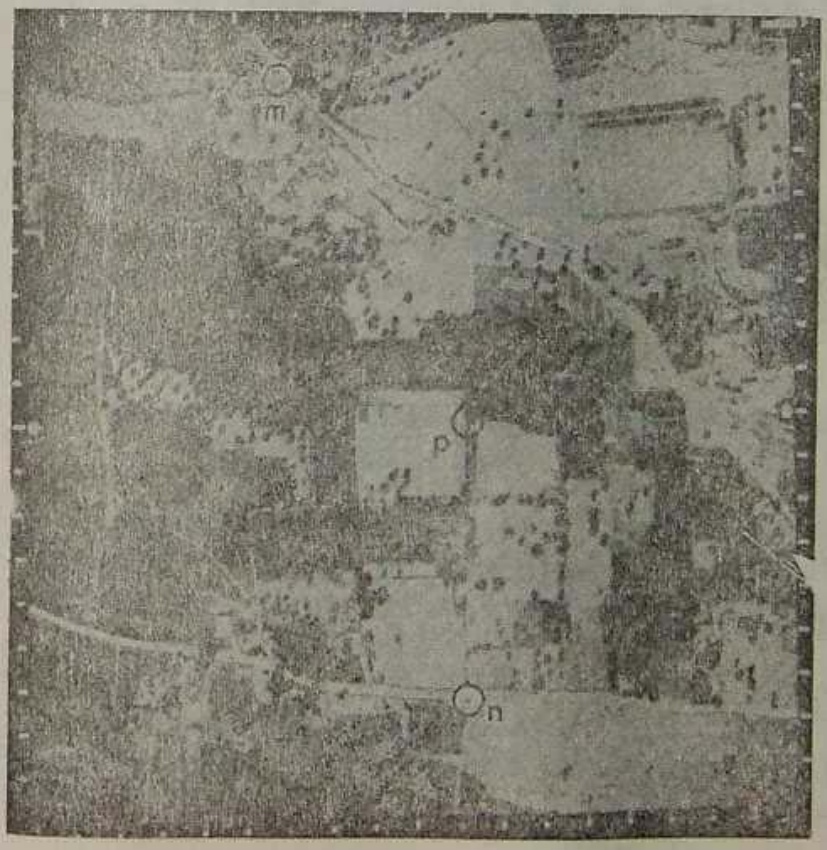


FIG. 164 *a*

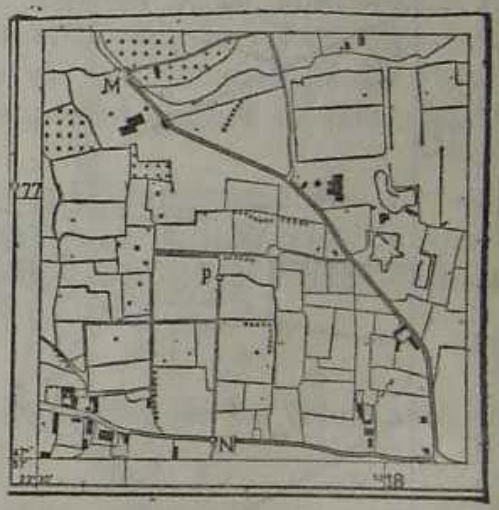
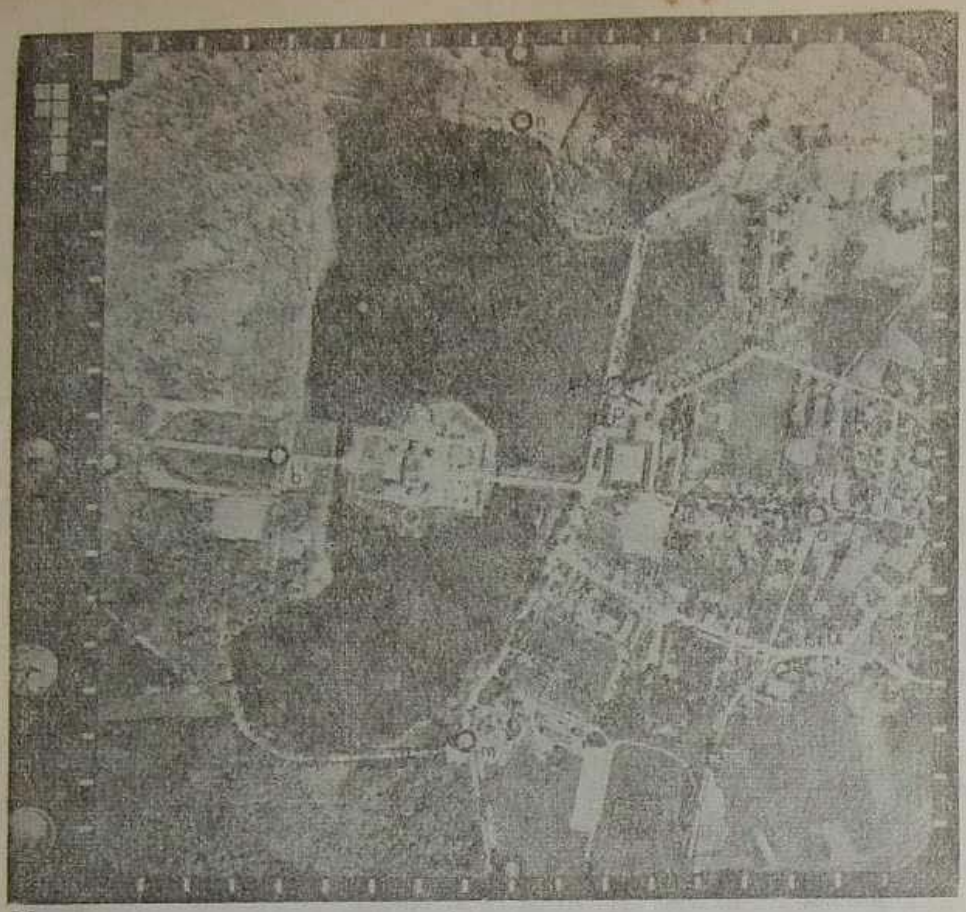


FIG. 164 *b*

FIG. 165 *a*



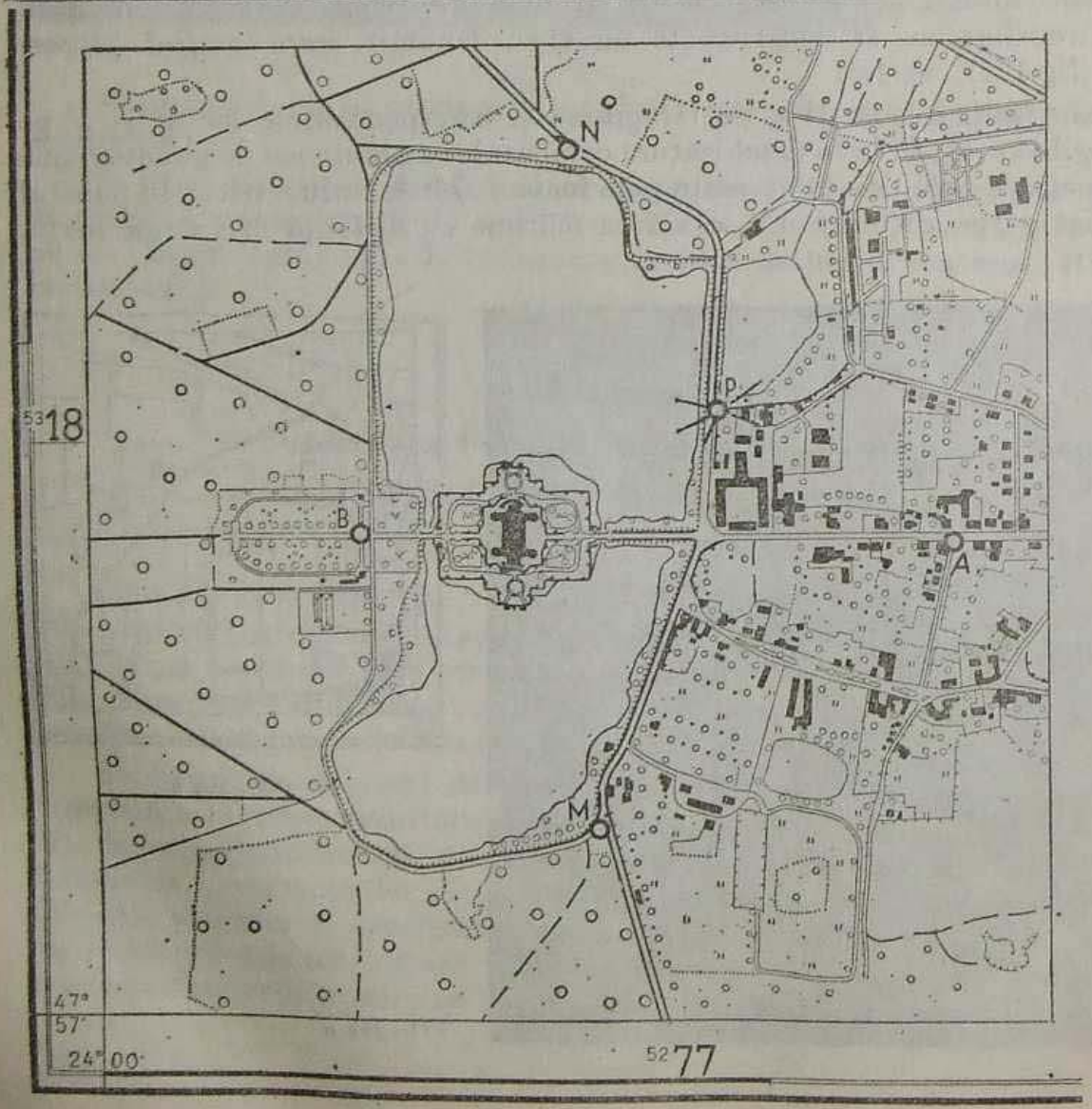


FIG
165 *b*.

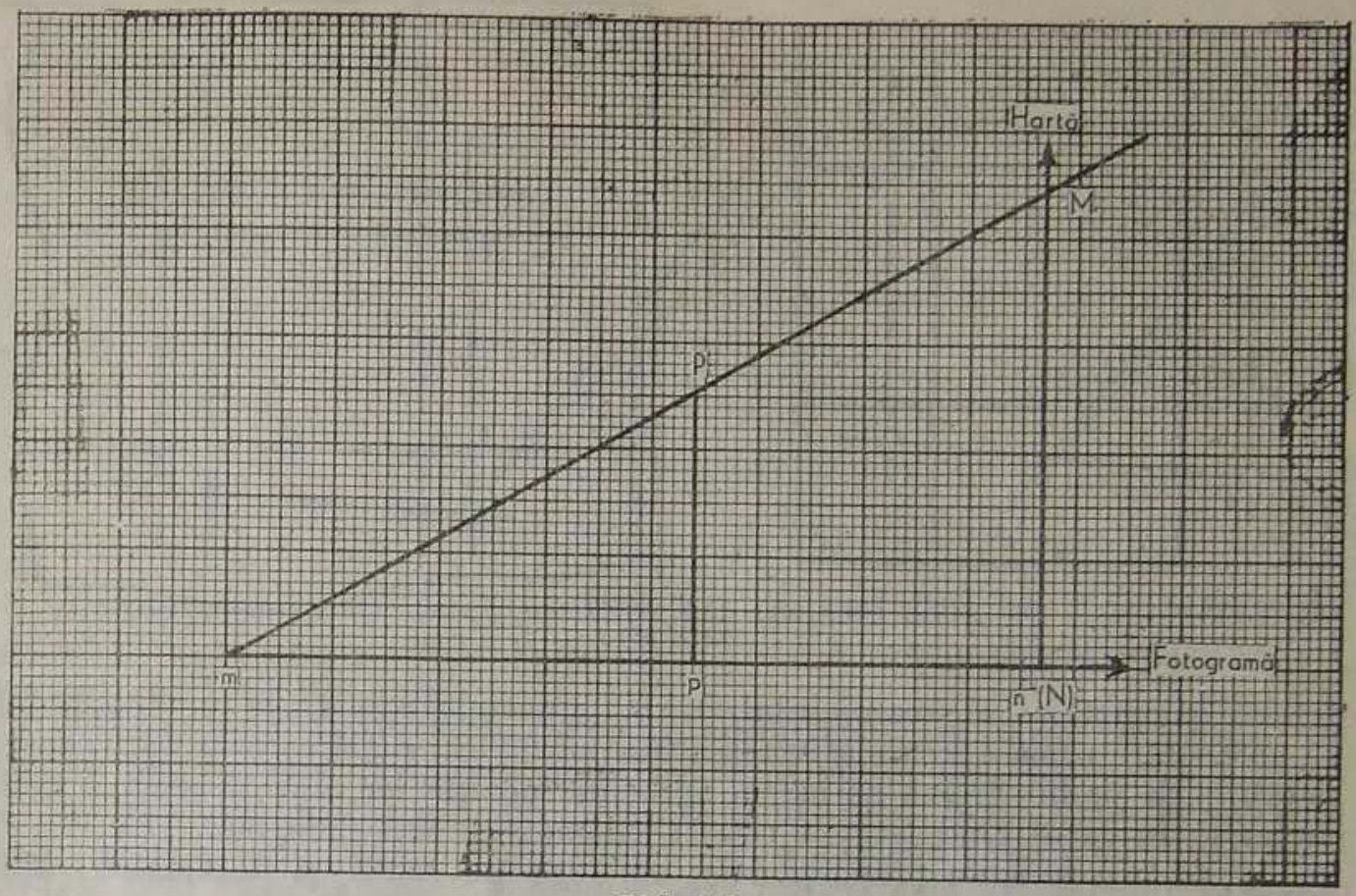


FIG. 166

Se unește punctul M cu punctul m și se obține astfel un triunghi dreptunghic, care reprezintă scara grafică proporțională.

Pentru a raporta pe hartă o altă distanță, cuprinsă între două puncte m și p de pe fotogramă (fig.164 *a*), se ia cu compasul distanța mp de pe fotogramă, se așază unul din vîrfurile acestuia în punctul m al abacului și se înseamnă cu p locul unde cade celălalt vîrf pe dreapta mn. Se ridică o perpendiculară în punctul p și la intersecția acesteia cu ipotenuza mM se obține punctul P. Segmentul pP reprezintă distanța de pe fotogramă la scara hărții (fig.164 *b*).

Abacul poate fi folosit numai pentru o singură fotogramă (de pe care s-a luat distanța mn). Folosirea acestuia se recomandă mai ales în cazul fotogramelor cu diferențe de nivel mici și cu o înclinare mică a axei de fotografiere.

11.7.2 Alte procedee de transpunere a detaliilor de pe fotogramă pe hartă

Pentru a se raporta pe hartă detalii numeroase și complexe procedeele prezentate mai sus nu sînt eficiente. În acest caz se construiesc rețele kilometrice, transpuse de pe hartă la scara fotogramei, folosind două procedee:

— după detalii;

— cu ajutorul a patru puncte.

Procedeul de raportare a rețelei kilometrice după detalii constă în identificarea unor detalii comune pe fotogramă și pe hartă, care se află pe liniile

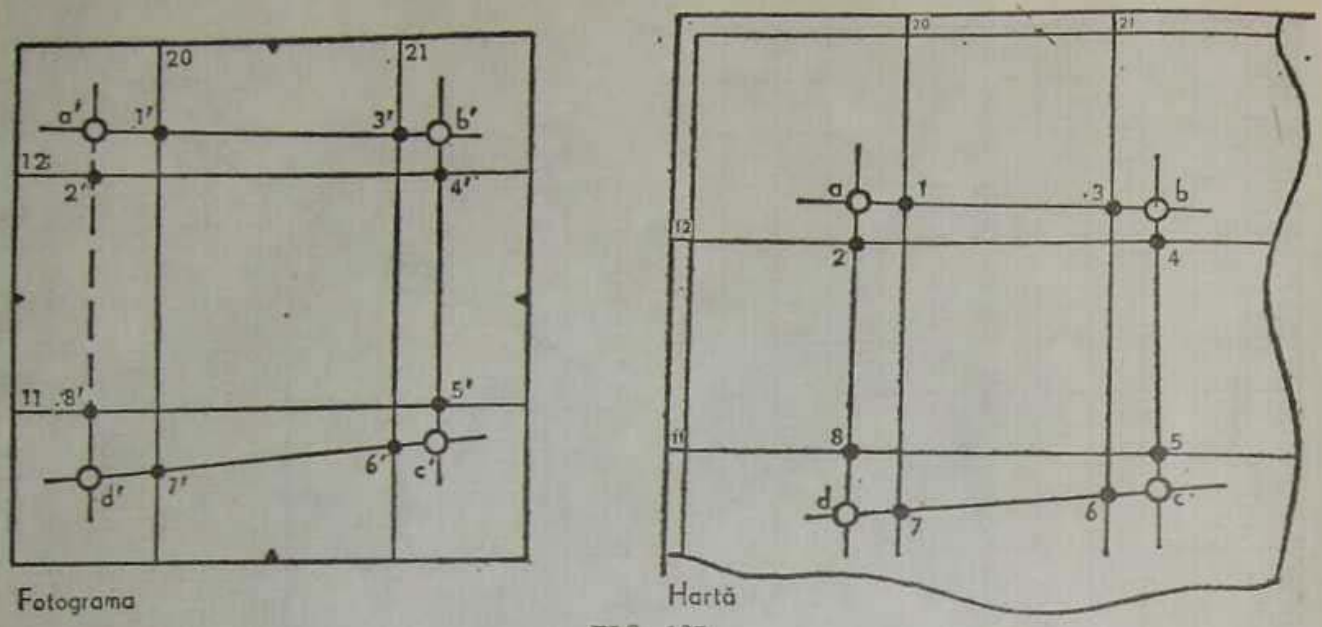


FIG. 167

rețelei kilometrice ale caroiajului. Unind punctele respective pe fotogramă se poate determina aproximativ rețeaua kilometrică, după care se vor raporta detaliile de pe fotogramă pe hartă, apreciind poziția lor față de rețeaua kilometrică. În cazul cînd laturile rețelei kilometrice sînt prea mari, ele pot fi împărțite în segmente proporționale, omologe pe hartă și fotogramă, ușurîndu-se astfel transpunerea detaliilor.

Trasarea rețelei kilometrice cu ajutorul a patru puncte, folosind abacul sau scara grafică proporțională, se face în felul următor:

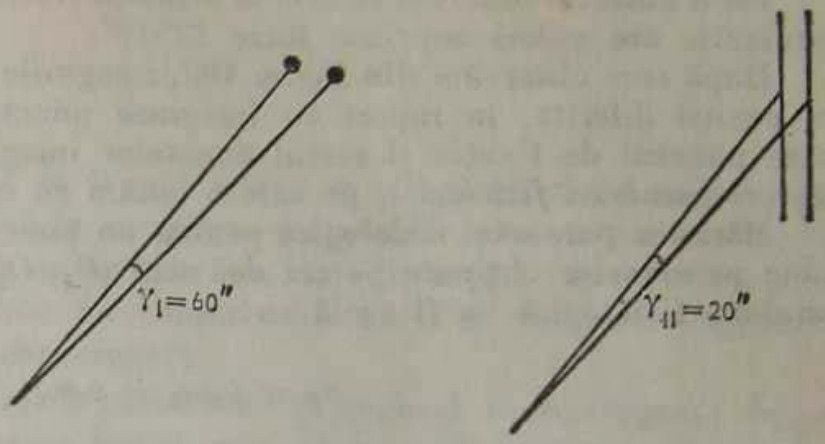
Se identifică patru puncte comune a, b, c, d pe hartă și a', b', c', d' pe fotogramă (fig. 167). Se unesc aceste puncte astfel, încît să obținem patrulaterele a', b', c', d' pe fotogramă și a, b, c, d pe hartă. Laturile patrulaterului a, b, c, d sau prelungirile acestora intersectează caroiajul kilometric al hărții în anumite puncte care se notează cu cifrele 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

Se măsoară distanțele pe hartă de la vîrfurile patrulaterului a, b, c, d la punctele în care laturile sau prelungirile acestora intersectează rețeaua kilometrică și se aduc la scara fotogramei, cu ajutorul scării grafice proporționale. Segmentele astfel determinate se măsoară din punctele a', b', c', d' pe laturile patrulaterului determinat pe fotogramă sau în prelungirile acestora și se notează cu 1′, 2′, 3′, 4′, 5′, 6′, 7′, 8′. Unind succesiv punctele corespunzătoare se obțin pe fotogramă liniile caroiajului kilometric. Se notează apoi liniile kilometrice obținute pe fotogramă cu aceleași numere ca și pe hartă. Pentru a raporta cu precizie detaliile de pe fotogramă pe hartă, carourile obținute pe fotogramă și cele ale hărții se împart în carouri mai mici.

11.8 Vederea stereoscopică

Datorită proprietăților sale, ochiul omenesc poate fi asemănat cu un aparat fotografic. Structura sa, la fel ca și un aparat fotografic, permite formarea imaginii într-un plan fix. Capacitatea ochiului de a forma imaginea obiectelor situate la distanțe diferite, într-un același plan, se numește *acomodație*.

FIG. 168



Distanța de la care se obține imaginea cea mai clară, cu eforturi minime ale ochiului, se numește *distanța vederii optime* și este considerată pentru ochiul normal egală cu 250 mm.

Obiectele pot fi observate fie cu un singur ochi, fie cu amîndoi ochii; în primul caz vederea este *monoculară*, iar în al doilea caz, *binoculară*.

Unghiul sub care se vede un obiect, în cazul vederii monoculare, se numește *unghi de vedere* (fig. 168). Posibilitatea de a distinge două puncte separate, situate la o distanță foarte apropiată, este determinată de unghiul $\gamma_I = 60''$ și se numește *acuitatea vederii monoculare de ordinul I*.

În cazul observării a două linii paralele, capacitatea de vedere a ochiului crește aproximativ de trei ori și este definită de unghiul $\gamma_{II} = 20''$. Această capacitate a ochiului se numește *acuitate monoculară de ordinul* al II-lea.

Cînd se observă obiectele cu un singur ochi nu se pot aprecia decît forma și dimensiunile lor plane. Poziția lor în spațiu poate fi definită aproximativ, fie prin aprecierea clarității de vedere, fie prin compararea cu alte obiecte a căror poziție și mărime sînt cunoscute.

Determinarea justă a formei și a dimensiunilor, precum și a poziției obiectelor în spațiu poate fi făcută cu amîndoi ochii.

Un obiect M în spațiu (fig. 169) este privit simultan cu amîndoi ochii, ai căror centri se notează cu O_1 și O_2. Distanța O_1O_2, numită *bază oculară*, se notează cu b. Aceasta variază de la om la om, în limitele a 55-72 mm. Punctul M din spațiu formează pe retina oculară *punctele corespondente* m_1 și m_2. Unghiul sub care se intersectează razele vizuale O_1M și O_2M se numește *unghi de convergență* γ. Distanța b fiind fixă pentru același om, cu cît obiectul va fi mai depărtat, cu atît unghiul γ va fi mai mic.

Dacă considerăm punctul M ca punct de bază, asupra căruia intersectăm axele oculare, putem vedea și aprecia distanța în profunzime și în înălțime a obiectului observat. În acest caz numim punctul M *punct de fixație*, unghiul sub care este intersectat, unghi de convergență, iar planul O_1O_2M, *plan optic principal*.

Pentru un alt obiect P din spațiu vom obține punctele corespondente p_1 și p_2. Razele vizuale O_1P și O_2P se vor intersecta sub un unghi γ_1, pe care îl numim *unghi paralactic*. Pentru un al treilea obiect Q din spațiu vom avea punctele corespondente q_1, q_2 și unghiul paralactic γ_2.

Dacă obiectul observat se află la *distanța vederii optime* (250 mm), unghiul paralactic are valori cuprinse între 13°-16°.

După cum observăm din figura 169, imaginile corespondente de pe retină au poziții diferite, în raport cu imaginea punctului de fixație. Distanțele între punctul de fixație și restul punctelor imaginii formate pe retină dau naștere *paralaxei fiziologice*, pe care o notăm cu α.

Mărimea paralaxei fiziologice pentru un punct de pe retină este dată de suma paralaxelor obținute pe cei doi ochi (O_1, O_2). Astfel pentru punctul P, paralaxa fiziologică va fi egală cu:

$$\alpha_P = p_1 m_1 + p_2 m_2;$$

iar pentru punctul Q, paralaxa fiziologică va fi:

$$\alpha_Q = q_1 m_1 + q_2 m_2.$$

Datorită comparării paralaxei fiziologice în procesul vederii, obiectele sînt percepute în poziția lor spațială, adică este obținută impresia de profunzime în raport cu locul unde ne aflăm și cu poziția reciprocă a obiectelor din spațiu. În acest caz obținem imaginea în relief sau imaginea stereoscopică.

Între unghiul de convergență, baza oculară și distanța de la ochi la obiect există următoarea relație (fig. 169):

$$\operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = \frac{b}{2D}.$$

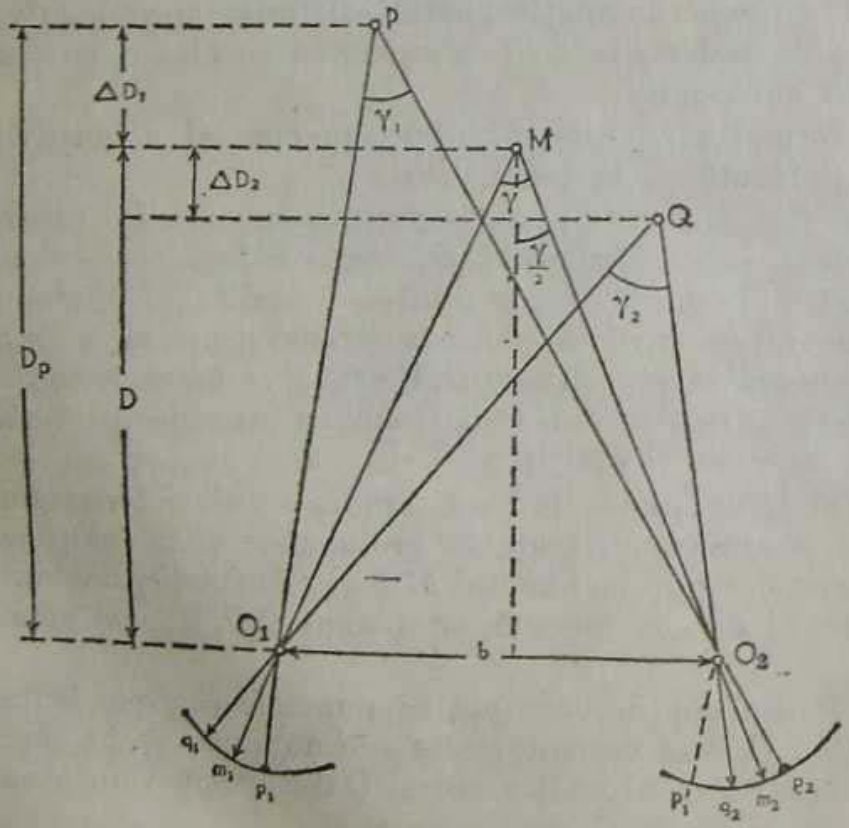


FIG. 169

Pentru obiectele situate la distanțe mari, γ fiind foarte mic, se poate scrie că:

$$\gamma = \frac{b}{D} \text{ și } D = \frac{b}{\gamma}.$$

Deci, cu cît distanța D va fi mai mare, cu atît unghiul de convergență va fi mai mic. S-a stabilit că în aprecierea distanțelor, elementele care determină cel mai bine impresia de profunzime sînt distanțele între obiecte, respectiv ΔD_1 și ΔD_2, deoarece pe timpul observării se compară unghiurile paralactice cu unghiul de convergență.

Diferențele dintre unghiurile paralactice și unghiul de convergență $\Delta\gamma_1 = \gamma_1 - \gamma$ și $\Delta\gamma_2 = \gamma_2 - \gamma$ au o limită minimă, numită *acuitatea vederii stereoscopice*, care este determinată de limita pînă la care poate fi sesizată diferența de profunzime a două obiecte. În cazul vederii binoculare sau stereoscopice acuitatea se apreciază la fel ca și în cazul vederii monoculare pentru două obiecte de formă punctuară sau liniară.

Limita minimă a diferenței între unghiul paralactic și unghiul de convergență, pentru două puncte, determină *acuitatea vederii stereoscopice de ordinul I* și este în jur de 25″—30″. Pentru două obiecte de formă liniară această limită este de 10″—15″ și constituie *acuitatea vederii stereoscopice de ordinul al II-lea*.

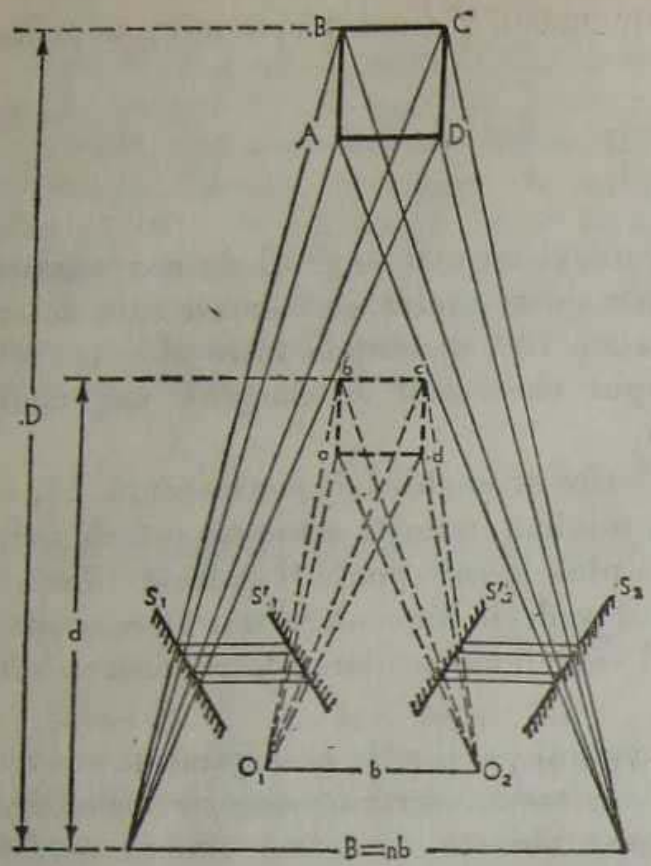
Pentru baze oculare cuprinse între 55-72 mm, în cazul observării imaginilor punctiforme, distanțele limită pînă la care se poate vedea stereoscopic sînt cuprinse între 400-500 m. Distanța maximă se numește *raza maximă a cîmpului vederii naturale*. Din figura 170 se observă că această distanță poate fi mărită prin mărirea bazei oculare. Baza oculară fiind în mod fiziologic limitată, acest lucru se poate realiza prin vederea stereoscopică artificială, cu ajutorul aparatelor optice care măresc valoarea bazei oculare.

În figura 170 se arată modul de obținere a unei măriri a bazei oculare cu ajutorul unui instrument prevăzut cu patru oglinzi S_1, S_2 și S'_1, S'_2, înclinate la 45°. Presupunînd un obiect din spațiu determinat de punctele a, b, c, d prin reflectarea succesivă a fasciculelor de raze de către oglinzile S_1, S'_1 și S_2, S'_2, razele corespondente se vor intersecta în A, B, C, D, dînd imaginea mărită a obiectului și determinînd în mod corespunzător o mărire a bazei. Între mărimea obiectului și a bazei există raportul $n = \frac{B}{b}$. Acest raport se numește *coeficientul de plasticitate al vederii stereoscopice*.

De exemplu, dacă $b = 65$ mm, iar $n = 10$, B va fi egal cu 65 cm; raza cîmpului vederii naturale se va mări de 10 ori, deci va fi în jurul a 5000 m.

În cazul în care în sistemul constructiv al aparatului sînt folosite lentile care măresc imaginea de V ori se va obține un efect mărit al profunzimii, astfel încît $w = nV$, unde w este denumit *coeficientul de plasticitate generală al aparatului*.

FIG. 170



11.9. Observarea și măsurarea stereoscopică în fotogrammetrie

11.9.1 Vederea stereoscopică indirectă; stereograma

Proprietățile vederii stereoscopice pot fi utilizate și în cazul în care în locul obiectelor din spațiu vom examina imaginile a două fotograme succesive. În acest caz se utilizează *vederea stereoscopică indirectă*.

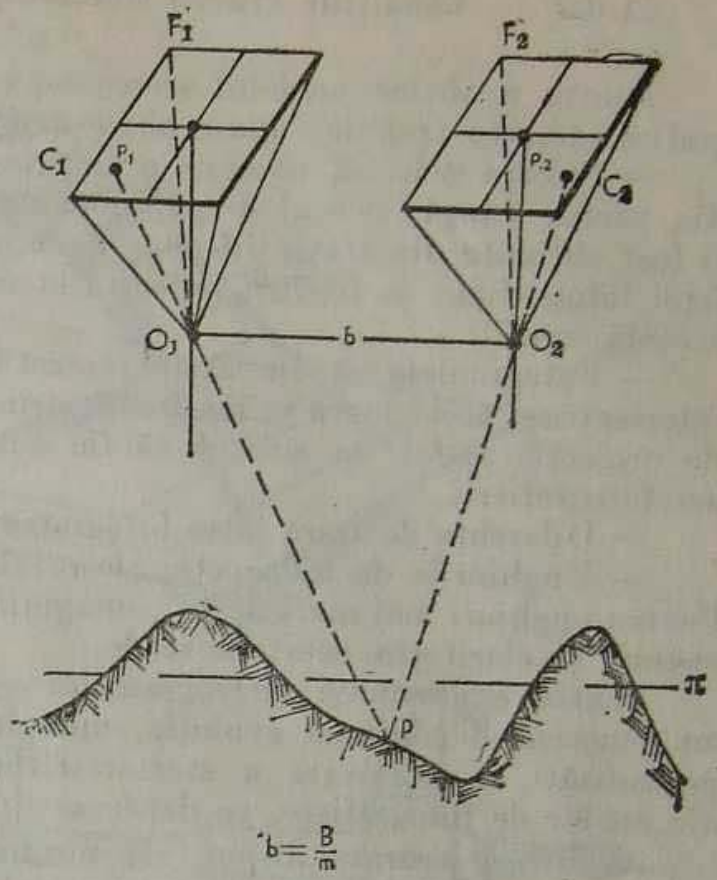
Două fotograme succesive ale aceleiași zone de teren, care se folosesc pentru obținerea modelului stereoscopic, dau naștere unui *cuplu* care se numește *stereogramă*.

Pentru a obține efectul stereoscopic, fotogramele obținute din două centre de proiecție diferite, dispuse la distanța B, vor fi proiectate prin intermediul unor aparate speciale. Acestea reproduc fasciculele de raze care au dat naștere imaginilor fotografice. Această operație se realizează prin observarea fotogramelor negative perechi (stereograme) la aparate cu dublă proiecție (fig. 171).

La proiectarea celor două fascicule se folosește principiul reversibilității procesului fotografic, adică fasciculele sînt reconstituite prin proiectarea celor două negative ce alcătuiesc stereograma din centrele de proiecție O_1, O_2, dispuse la distanța f față de fotograme, egală cu distanța focală a camerelor fotogrammetrice cu care s-a efectuat fotografierea.

Pentru așezarea camerelor de proiecție C_1 și C_2 în poziția reciprocă pe care au avut-o fotogramele pe timpul aerofotografierii, este necesar să fie cunoscute elementele orientării exterioare $\varkappa$,φ și ω, definite la 11.1.

FIG. 171



La trasarea elementelor de planimetrie și relief pe hărțile topografice sînt necesare, de asemenea, elementele de orientare exterioară X_G, Y_G și Z_G, pentru a asigura legarea elementelor stereogramei la sistemul geodezic general.

Aceste date obținute prin măsurări directe la teren, precum și prin măsurări efectuate prin procedee speciale pe stereomodel, asigură determinarea cu precizia impusă de scara hărții a elementelor de nivelment și planimetrie.

Aparatele construite după acest principiu sînt în general complexe, necesită condiții de lucru speciale și personal calificat.

În figura 171 este arătat schematic modul de obținere a modelului stereoscopic cu ajutorul fotogramelor F_1 și F_2, prin intersectarea razelor omoloage (p_1O_1P și p_2O_2P).

Modelul stereoscopic se obține prin aducerea camerelor C_1 și C_2 în aceeași poziție ce au avut-o fotogramele în timpul aerofotografierii.

Distanța B va fi redusă cu un coeficient de scară m, astfel încît:

$$b = \frac{B}{m},$$

unde:

b — baza modelului stereoscopic, adică distanța dintre camerele de proiectare ale aparatului cu care se exploatează fotogramele;

B — baza de fotografiere, adică distanța dintre poziția camerei fotoaeriene între două expuneri succesive.

11.9.2 Condițiile vederii stereoscopice indirecte

Pentru a obține modelul stereoscopic cu ajutorul a două imagini fotografice, acestea trebuie supuse observării în anumite condiții și anume:

— Fiecare ochi să observe o imagine separată: ochiul stîng, imaginea din partea stîngă; ochiul drept, imaginea din partea dreaptă. Imaginile să fi fost obținute din stații diferite și succesive, avînd o zonă comună a suprafeței fotografiate de 55-70%; efectul stereoscopic se va obține numai pentru această zonă.

— Fotogramele să fie astfel așezate, încît razele corespondente să se intersecteze; acest lucru se realizează prin orientarea fotogramelor în camerele de proiecție astfel, ca acestea să fie aduse în poziția reciprocă din timpul aerofotografierii.

— Diferența de scară între fotograme să nu depășească proporția de 16%.

— Unghiurile de intersecție ale razelor omologe să fie mai mici de 16°. Pentru unghiuri mai mari de 16°, imaginile se apropie sub distanța acomodării optime și claritatea acestora scade.

Pentru exploatarea stereogramelor s-au construit diverse aparate, care au cunoscut o continuă evoluție, ajungîndu-se la dispozitive complexe, cu posibilități de rezolvare a stereorestituției pentru fotograme cu înclinări ale axelor de fotografiere, ce depășesc limita de 3° pentru unghiurile φ și ω.

Asemenea aparate dispun de posibilități maxime în ceea ce privește trasarea cu precizie a planimetriei și reliefului, precum și determinarea sub formă numerică a coordonatelor X, Y și Z.

Pentru exploatarea unor fotograme nadirale sau aproape nadirale (cu unghiurile φ și ω sub 3°), în scopul completării hărților la scări mici, întocmirii unor schițe expeditive precum și a unor determinări cu caracter special, se poate folosi stereoscopul cu oglinzi. Acesta permite observarea fotogramelor F_1 și F_2, ale căror imagini sînt reflectate prin intermediul unui sistem de lentile, prisme și oglinzi.

11.9.3 Descrierea stereoscopului cu oglinzi

Stereoscopul cu oglinzi se compune din următoarele părți principale:

— două oglinzi S_1 și S_2, înclinate față de planul fotogramelor;

— două prisme cu reflexie totală P_1 și P_2, fixate într-un cadru sprijinit pe patru picioare;

— un stereomicrometru, care este un dispozitiv auxiliar, folosit pentru măsurarea paralaxelor orizontale.

În figura 172 *a* este arătată schema stereoscopului cu oglinzi, așezat în poziție de lucru. Pe masa de lucru a aparatului sînt așezate fotogramele F_1 și F_2.

De asemenea este prezentată și schema stereomicrometrului (fig. 172 *b*). Acesta se compune dintr-o tijă gradată și un dispozitiv telescopic, care culisează pe aceasta prin intermediul unui șurub micrometric S. Dispozitivul

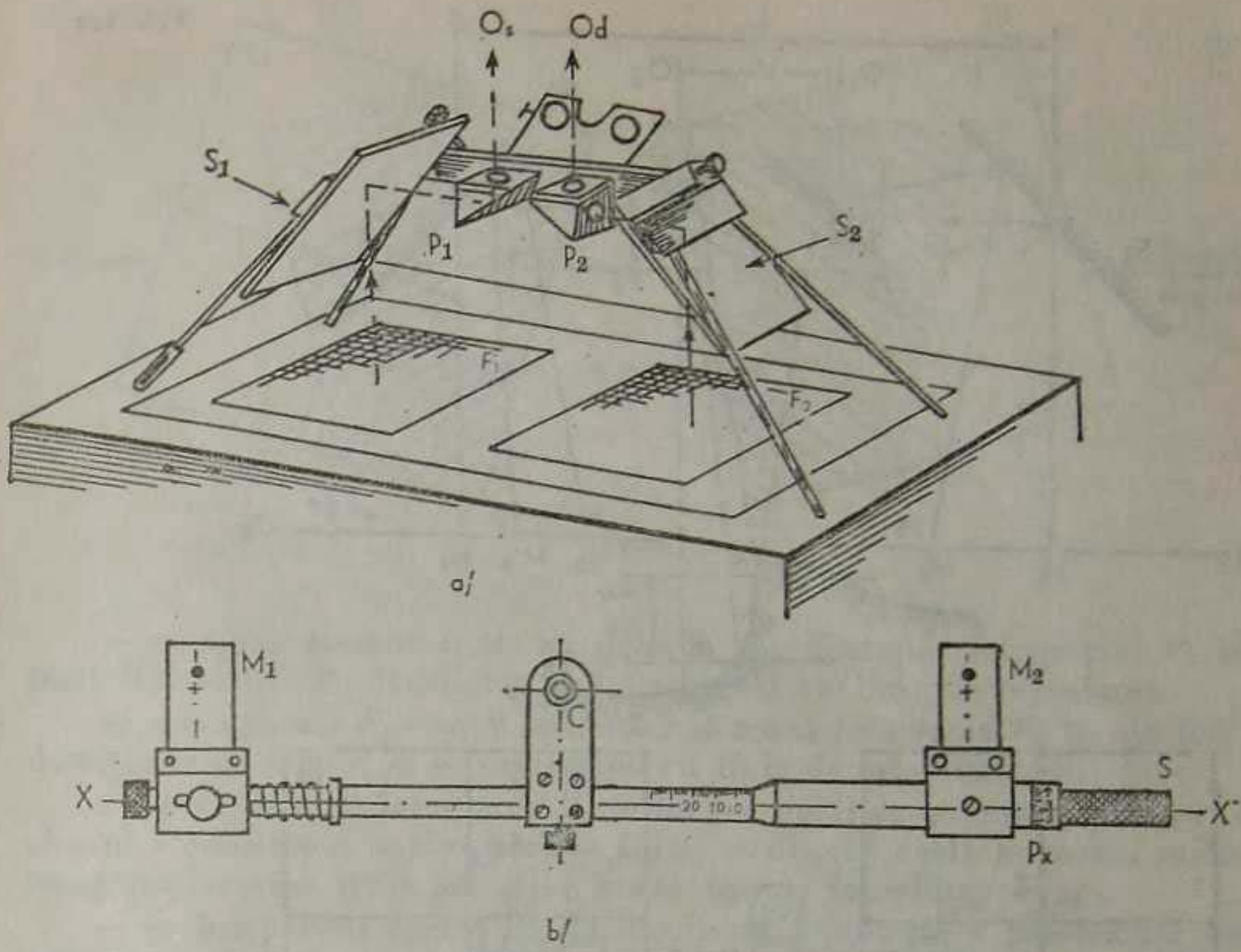


FIG. 172

telescopic, împreună cu șurubul micrometric, permite citirea paralaxelor măsurate pe direcția xx'.

Spre capetele tijei sînt fixate două plăcuțe de cristal, una fixă în partea stîngă și una mobilă în partea dreaptă, care se deplasează împreună cu dispozitivul telescopic. Pe aceste cristale sînt gravate mărcile de măsurat M_1 și M_2. Acționînd asupra tamburului p_x se modifică distanța dintre mărcile M_1 și M_2.

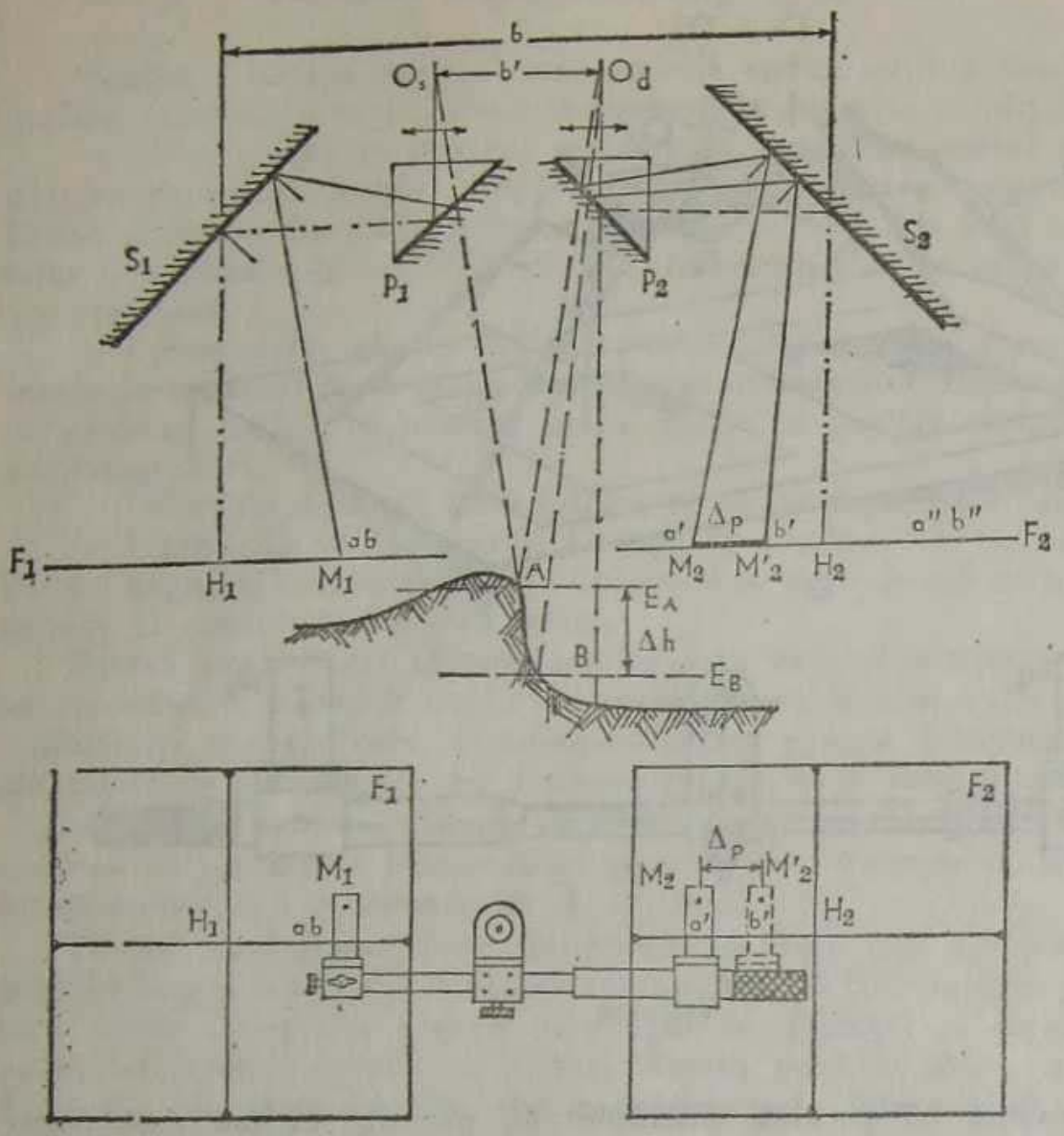
Deplasarea mărcii M_2 față de M_1 se poate citi cu ajutorul gradațiilor milimetrice de pe tijă și a subdiviziunilor înregistrate pe tamburul p_x. La mijlocul tijei este fixat dispozitivul C, pe care se poate monta un creion care servește la trasarea planimetriei și nivelmentului.

În figura 173 sînt reprezentate o secțiune longitudinală a stereoscopului cu oglinzi, precum și modul de formare a modelului stereoscopic și măsurarea paralaxei.

Razele omologe ale punctelor a, a' și b, b' de pe fotogramele F_1 și F_2 sînt reflectate succesiv de către oglinzile S_1, S_2, respectiv prismele P_1, P_2, de unde sînt primite de ochii observatorului O_s, O_d.

Ca urmare a observării separate și simultane a punctelor de pe fotogramă, la intersecția razelor omologe, se obține modelul stereoscopic. Pe acest model stereoscopic se pot determina diverse elemente din teren.

FIG. 173



11.9.4 Modul de lucru la stereoscopul cu oglinzi

Pentru obținerea stereomodelului la stereoscopul cu oglinzi se procedează în felul următor (fig. 174):

— se determină și se marchează cu creionul punctele mijlocii ale celor două fotograme F_1 și F_2, care constituie stereograma respectivă. Aceste puncte O_1 și O_2 se găsesc la intersecția liniilor ce unesc indicii de referință opuși ai fotogramei;

— se identifică aceste puncte pe fotograma conjugată, se marchează cu creionul și se notează O'_2 pe fotograma F_1 și O'_1 pe F_2;

— se măsoară distanțele $O_1O'_2$ și $O_2O'_1$ și se face media aritmetică, care reprezintă baza de fotografiere b, redusă la scara fotogramei; se unesc pe fotogramele F_1 și F_2 punctele O_1 cu O'_2 și O_2 cu O'_1; dreptele $O_1O'_2$ și $O_2O'_1$ se numesc *direcții origine*;

— pe mijlocul unui carton (hîrtie de desen) alb se trasează o linie cu creionul; această linie se numește *linia de orientare*;

— pe carton se fixează prin lipire fotograma F_1 astfel, încît direcția origine $O_1O'_2$ să se suprapună pe linia de orientare AB;

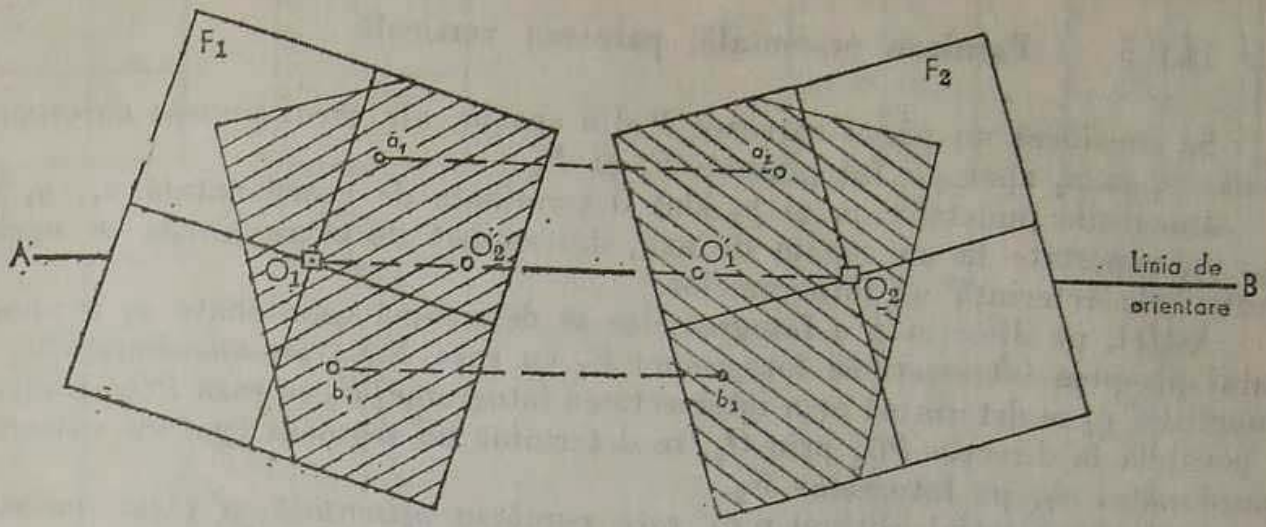


FIG. 174

— se așază stereoscopul, cu oglinda S_1, deasupra fotogramei F_1 astfel, încît linia centrelor lentilelor să fie paralelă cu linia de orientare;

— sub oglinda S_2 a stereoscopului se așază fotograma F_2 în așa fel, încît direcția origine O_2O_1' să se suprapună cu linia de orientare AB;

— se deplasează fotograma F_2 în lungul liniei de orientare, pînă se obține efectul stereoscopic optim (fără a forța ochii), în acest moment, orientarea fotogramelor este realizată și se poate lipi și fotograma F_2;

— se încep apoi operațiile de descifrare, măsurare a paralaxelor orizontale sau restituția (transpunerea) detaliilor de planimetrie și relief.

Pentru o examinare stereoscopică optimă se recomandă ca fotogramele să fie astfel așezate sub stereoscop, încît direcția luminii care vine de la fereastră (sursă artificială) să coincidă cu direcția umbrelor de pe fotograme. Mai trebuie ținut seamă ca fotogramele să fie așezate astfel, încît umbrele să fie orientate de la stînga sus către dreapta jos; în caz contrar efectul umbrelor dă o imagine deformată reliefului. De asemenea, dacă se rotește stereograma cu 180°, relieful apare total diferit; acolo unde erau înălțimi apar depresiuni și invers (efectul pseudoscopic).

Cînd se execută măsurări de paralaxe orizontale cu stereomicrometrul trebuie avut grijă în permanență ca tija cilindrică a instrumentului să fie menținută paralelă cu linia de orientare (direcția origine). De asemenea, cînd privim prin stereoscop, șurubul paralactic se acționează întotdeauna astfel, încît cele două mărci de măsurare să se contopească într-o singură marcă spațială, așezată pe punctul în care se fac măsurări.

Dacă marca spațială nu este la înălțimea punctului măsurat, ea va apărea ca și cum ar pluti deasupra acestuia sau ca și cum ar intra în interiorul stereomodelului. În ambele cazuri, prin stereoscop se observă imaginile separate ale celor două mărci.

În cazul cînd F_2 nu este așezată cu direcția O_2O_1' pe linia de orientare AB, razele omologe nu se vor intersecta și ca atare nu se va obține efectul stereoscopic.

11.9.5 Paralaxa orizontală, paralaxa verticală

Se consideră un punct oarecare P din spațiu, ale cărui puncte corespondente p_1 și p_2 apar pe fotogramele F_1 și F_2.

Imaginile punctelor p_1 și p_2 sînt determinate de coordonatele x_1, y_1 și x_2, y_2, raportate la un sistem de axe, determinat de către liniile ce unesc indicii de referință ai fotogramelor.

Astfel, pe direcția x a fotogramelor se determină coordonata x_1 a punctului p_1, prin intersectarea fotogramei F_1 cu raza PO_1; iar coordonata x_2 a punctului p_2 se determină prin intersectarea fotogramei F_2 cu raza PO_2. Ducînd o paralelă la direcția PO_1 prin O_2, se determină un segment egal cu valoarea coordonatei x_1, pe fotograma F_2.

Segmentul astfel obținut $p_1'p_2$ este *paralaxa orizontală*, a cărei valoare $p_x = x_1 - x_2$. Cazul prezentat îl numim în mod convențional cazul I, cînd punctul se află deplasat față de axele de fotografiere spre dreapta (fig. 175 *a*):

$$p_x = x_1 - x_2.$$

În cazul II, cînd punctul se află deplasat față de axele de fotografiere spre stînga (fig. 175 *b*):

$$p_x = x_2 - x_1.$$

În cazul III, cînd punctul se află dispus între axele de fotografiere (fig. 175 *c*):

$$p_x = x_1 + x_2.$$

Din figurile 175 *a*, *b*, *c* se poate deduce următoarea relație, între paralaxă și elementele de orientare exterioară ale fotogramei (cunoscînd că distanța focală f rămîne constantă pe timpul aerofotografierii, pentru o fotogramă nadirală):

$$\frac{p_x}{b} = \frac{f}{h},$$

de unde:

$$p_x = \frac{b}{h} f.$$

Una din condițiile realizării modelului stereoscopic este aceea a intersecției în spațiu a razelor omologe. Pentru ca această condiție să fie îndeplinită este necesar ca direcțiile origine ale fotogramelor să coincidă cu linia de orientare.

În figura 176, punctul a_2 este deplasat pe direcția axei y cu o cantitate q, față de dreapta paralelă cu axa xx ce trece prin a_1. Această deplasare reprezintă *paralaxa verticală*, a cărei valoare $q = y_2 - y_1$.

Rezultă din condiția de mai sus că, cu cît valoarea paralaxei verticale va fi mai apropiată de zero, cu atît stereomodelul va fi mai precis realizat.

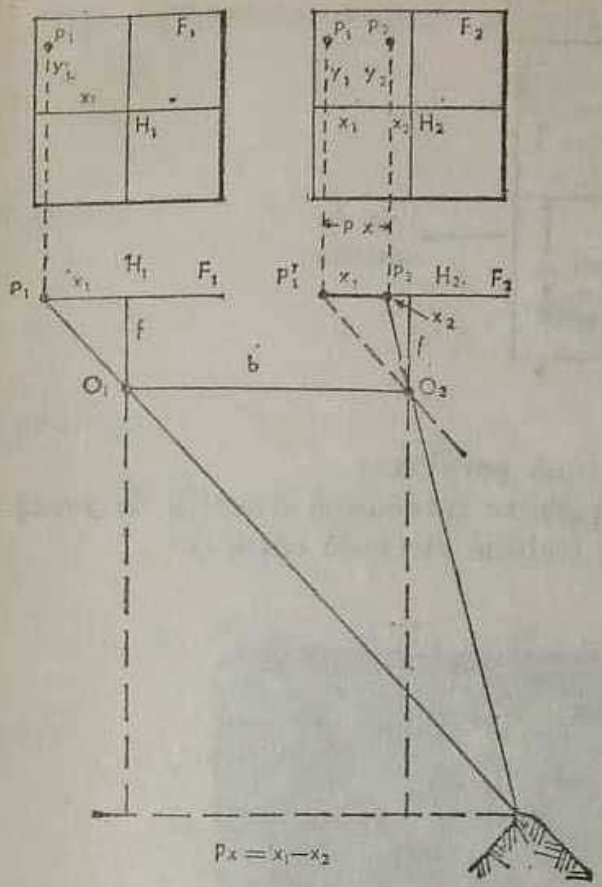


FIG. 175 a

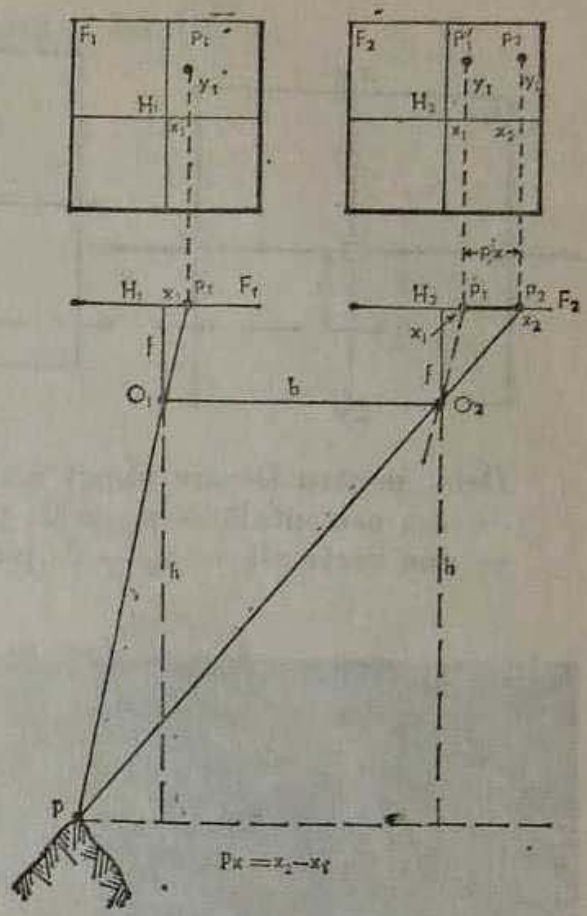


FIG. 175 b

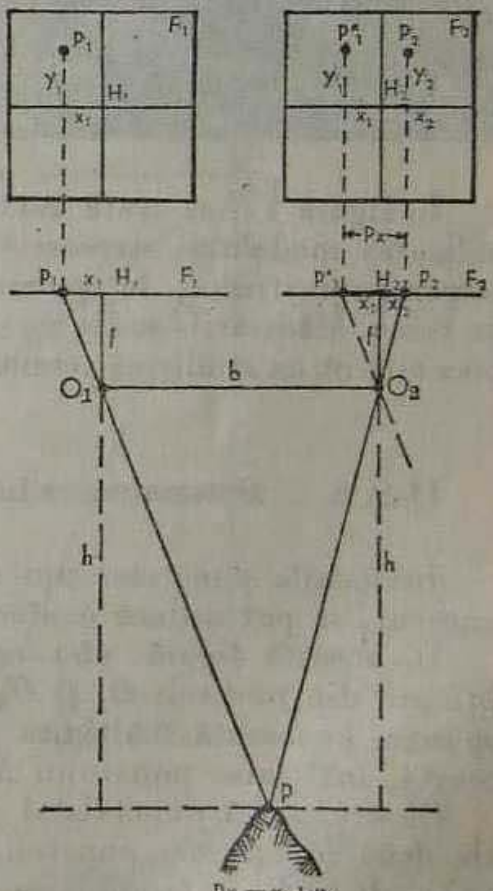
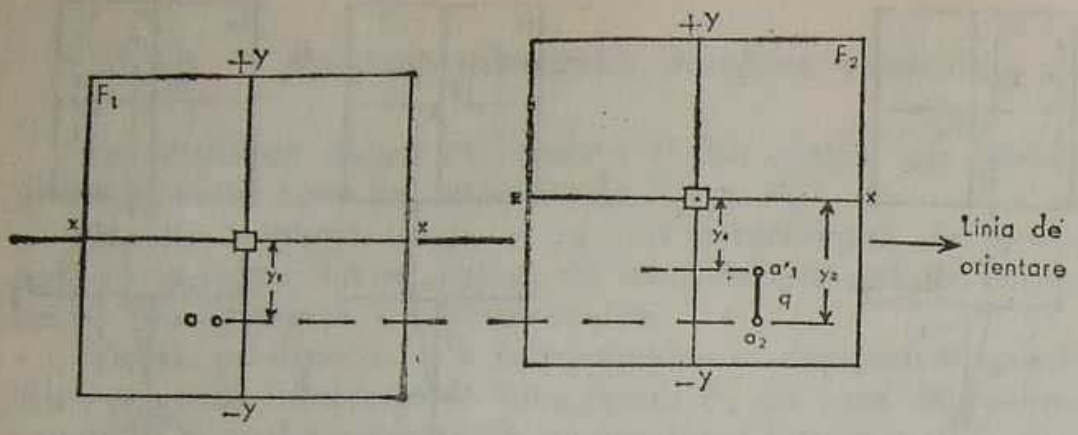


FIG. 175 c

FIG 176



Deci, pentru fiecare punct real există două paralaxe:
— una orizontală — $p_x \neq 0$; paralaxa p_x este totdeauna diferită de zero;
— una verticală — $p_y \to 0$: paralaxa p_y trebuie să tindă către 0.

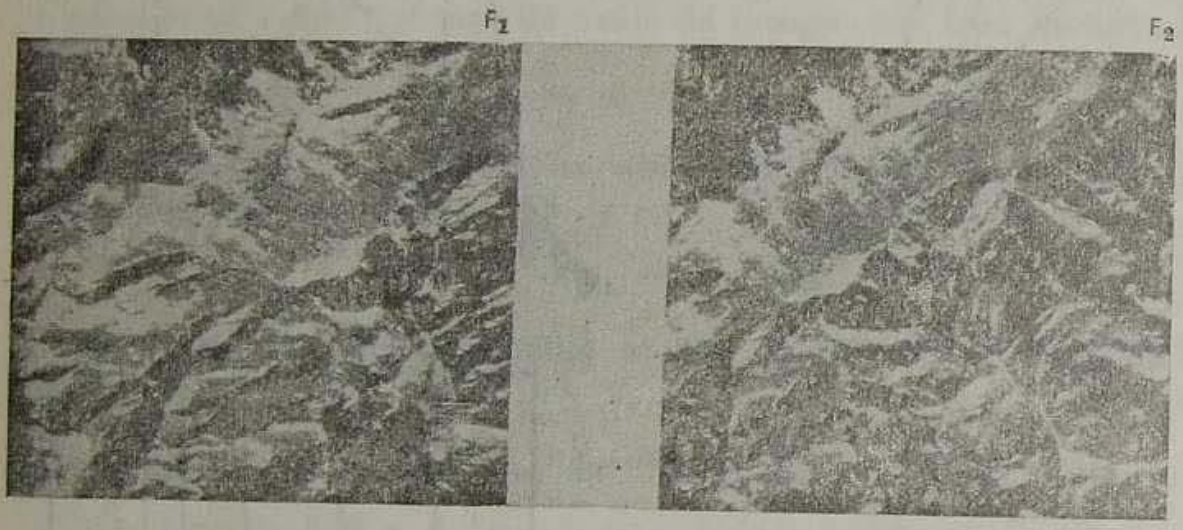


FIG. 177

În figura 177 se arată modul de dispunere a fotogramelor F_1 și F_2, pentru realizarea modelului stereoscopic. Măsurarea paralaxelor se face cu ajutorul stereomicrometrului, în vederea determinării înălțimilor diferitelor puncte din teren. Măsurările se fac pe stereomodelul realizat la stereoscopul cu oglinzi, concomitent cu studierea terenului.

11.9. 6 Determinarea înălțimii punctelor din cuprinsul unui stereomodel

Înălțimile punctelor din cuprinsul unui stereomodel, față de un punct cunoscut, se pot deduce conform relațiilor rezultate din figura 178.

În această figură sînt reprezentate două fotograme nadirale F_1 și F_2, obținute din punctele O_1 și O_2 aflate la aceeași înălțime de fotografiere. Presupunem cunoscută înălțimea punctului A și ne propunem să aflăm, față de aceasta, înălțimea punctului M.

Observăm că punctele A și M din teren au ca puncte corespondente pe cele două fotograme, punctele a_1, a_2 și respectiv m_1, m_2. Ducînd o paralelă la O_1a_1 de pe F_1 în O_2, obținem a_1' pe F_2. Distanța $a_1' a_2$ o notăm cu p_a, aceasta fiind paralaxa orizontală a punctului A pe fotogramă.

Din asemănarea triunghiurilor O_1O_2A și $a_1'a_2O_2$, rezultă că:

$$\frac{H_A}{f} = \frac{B}{p_a} = m_f,$$

de unde:

$$H_A = \frac{Bf}{p_a}$$

și similar:

$$H_M = \frac{Bf}{p_m}.$$

$$\Delta h_{AM} = H_A - H_M = \frac{Bf}{p_a} - \frac{Bf}{p_m} = -\frac{Bf}{p_a p_m} \cdot \Delta p,$$

unde:

$$\Delta p = p_a - p_m.$$

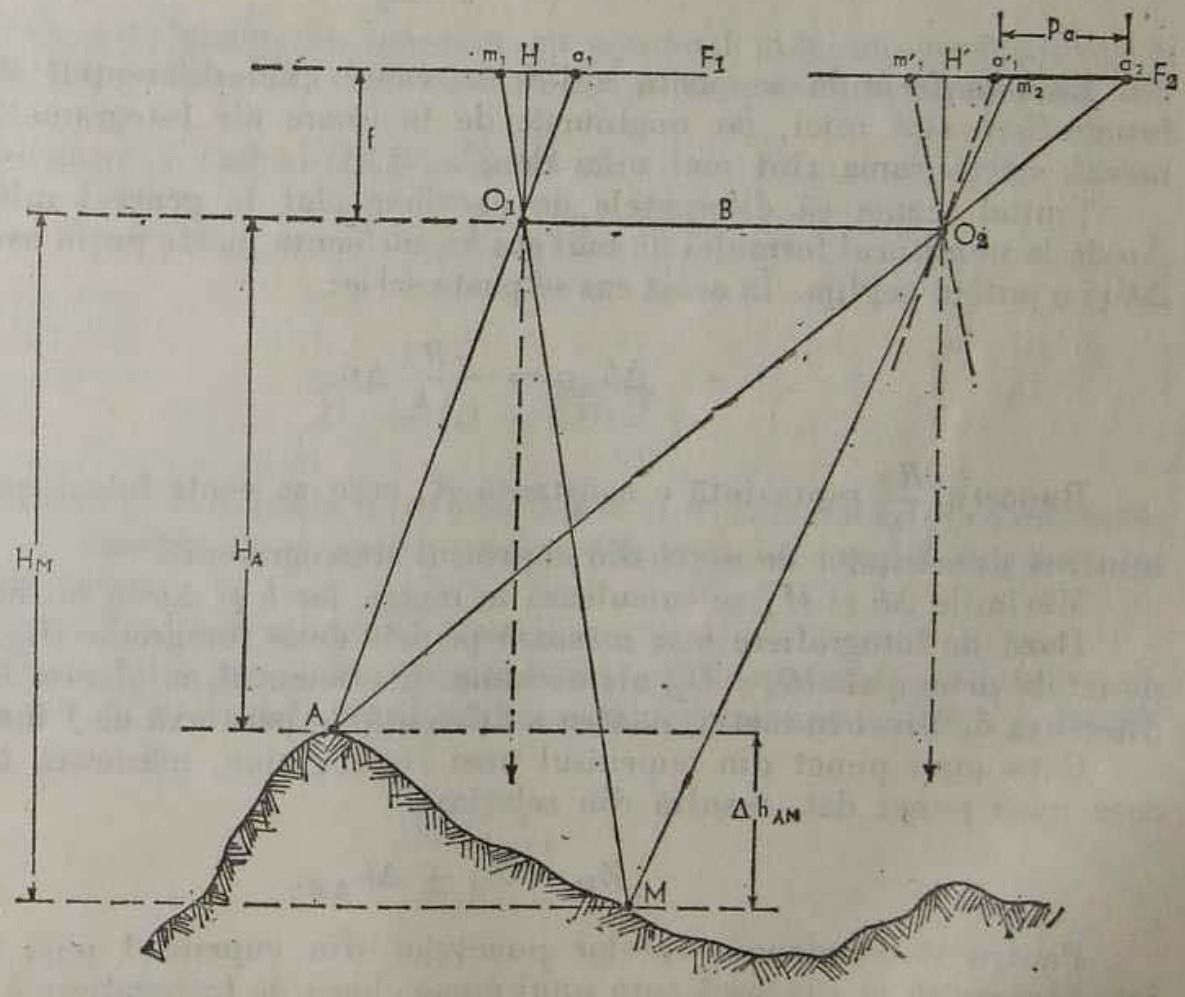


FIG. 178

Înlocuind în relația de mai sus valorile $\frac{Bf}{p_a} = H_A$ și $p_m = p_a - \Delta p$, obținem:

$$\Delta h_{AM} = - \frac{H_A}{p_a - \Delta p} \cdot \Delta p \cdot$$

Din prima relație mai rezultă că:

$$p_a = \frac{B}{m_f}$$

dar, întrucît:

$$\frac{B}{m_f} = b$$

înseamnă că:

$$p_a = b,$$

b fiind valoarea bazei de fotografiere la scara fotogramei.

Înlocuind valoarea p_a cu b, obținem:

$$\Delta h_{AM} = - \frac{H_A}{b - \Delta_p} \Delta p.$$

Această formulă se poate aplica în cazul cînd diferențele înălțimii de fotografiere sînt mici, iar unghiurile de înclinare ale fotogramelor care formează stereograma sînt mai mici de 3°.

Ținînd seama că diferențele de paralaxe sînt în general mici, valoarea Δp de la numitorul formulei de mai sus va influența foarte puțin asupra valorii Δh și o putem neglija. În acest caz se poate scrie:

$$\Delta h_{AM} = - \frac{H_A}{b} \Delta p.$$

Raportul $\frac{H_A}{b}$ reprezintă o constantă K, care se poate folosi pentru determinarea diferențelor de nivel din cuprinsul stereogramei.

Mărimile Δh și H_A se calculează în metri, iar b și Δp în milimetri.

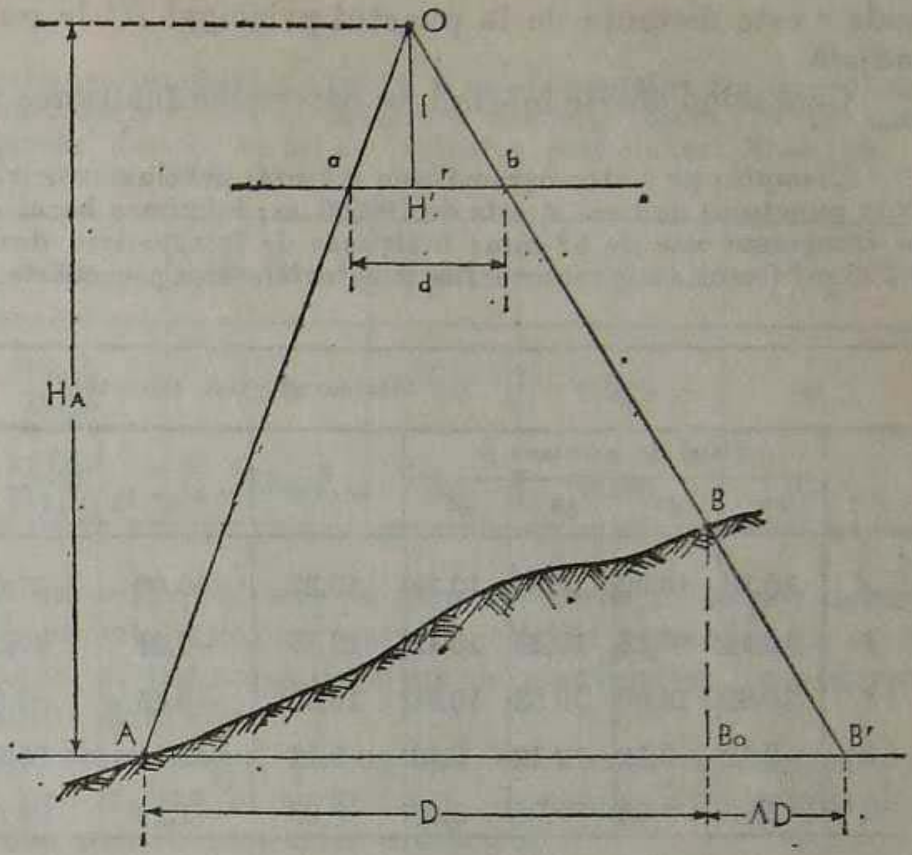
Baza de fotografiere b se măsoară pe cele două fotograme (fig. 174), între punctele principale (O_1 și O_2) ale acestora. Coeficientul paralactic K reprezintă diferența de nivel în metri, pentru o diferență de paralaxă de 1 mm.

Cota unui punct din cuprinsul unei stereograme, măsurată în raport cu cota unui punct dat, rezultă din relația:

$$Z_M = Z_A \pm \Delta h_{AM}.$$

Pentru determinarea cotelor punctelor din cuprinsul unei stereograme este necesar să se cunoască cota unui punct, baza de fotografiere b (se măsoară

FIG. 179



pe fotograme), paralaxele (se măsoară cu ajutorul stereomicrometrului) și înălțimea de fotografiere H, care se deduce conform relațiilor rezultate din figura 179.

Din triunghiurile Oab și OAB' rezultă că:

$$\frac{H_A}{f} = \frac{D + \Delta D}{d},$$

de unde:

$$H_A = (D + \Delta D)\,\frac{f}{d};$$

D — distanța pe orizontală între punctele A și B, calculată din coordonate; $\Delta D = B_0B'$ — corecția ce se aplică pentru diferența de nivel h a punctului B față de punctul A;

f — distanța focală a camerei fotoaeriene;

d — distanța între punctele corespondente a și b, măsurată pe fotogramă.

Corecția ΔD se poate determina din triunghiurile asemenea $OH'b$ și BB_0B' astfel:

$$\frac{\Delta D}{r} = \frac{h}{f},$$

de unde:

$$\Delta D = \frac{r}{f}\,h,$$

unde r este distanța de la punctul principal H' la punctul b, numită distanță radială.

Cunoscînd aceste mărimi, se determină înălțimea punctului H_A.

Exemplu: pe o stereogramă s-au măsurat paralaxele orizontale cu stereomicrometrul. Cota punctului de bază A este de 100,00 m; lungimea bazei de fotografiere b, măsurată pe fotograme este de 62 mm; înălțimea de fotografiere deasupra punctului A este de 2 296 m. Rezultatele măsurărilor și calculele sînt prezentate în tabelul de mai jos.

Stereograma nr. 160—161

	Citiri de paralaxe p				p mediu	$p = p_A - p_i$	$K = \frac{h}{b}\frac{m}{mm}$	$\Delta h = \Delta p \times K$	$Z_i = Z_A \pm \Delta h_{Ai}$
	1a	2a	3a	4a					
A	10,38	10,36	10,36	10,38	10,37	00,00	37,03	00,00	100,00
1	10,14	10,13	10,15	10,12	10,13	—0,24	37,03	—8,89	91,11
2	10,82	10,80	10,83	10,82	10,82	+0,45	37,03	+16,66	116,96
3	9,12	9,12	9,12	9,12	9,12	—1,25	37,03	—46,29	53,71
4	9,08	9,05	9,08	9,08	9,08	—1,29	37,03	—47,77	52,23

11.9.7 Studierea terenului cu ajutorul stereomodelului

După efectuarea orientării stereomodelului se poate trece la studierea terenului. Față de studiul efectuat pe o singură fotogramă, observarea modelului în relief prezintă multiple avantaje. Impresia de volum și profunzime ușurează determinarea și selectarea elementelor observate.

La studiul terenului se determină cotele punctelor caracteristice sau ale anumitor puncte indicate, procedînd cum s-a arătat în exemplul anterior. În cazul cînd se cere să se traseze relieful de pe o stereogramă se determină cote pe suprafața respectivă la o densitate convenabilă, se trasează firele de văi și crestele, apoi se interpolează curbele de nivel, în funcție de cotele calculate.

Pe anumite direcții, unde este necesar să se cunoască unghiurile de pantă ale terenului, acestea se pot determina prin măsurarea paralaxelor în punctele din capătul aliniamentului respectiv și măsurarea distanței pe fotogramă. Pentru calculul unghiurilor de pantă se folosește următoarea formulă:

$$\alpha = K\frac{\Delta p}{d},$$

în care:

$K = \frac{\rho^\circ f}{b}$;

Δp = diferența paralaxelor punctelor ce limitează aliniamentul;

d = lungimea aliniamentului măsurat pe fotogramă (în mm);

$\rho^\circ = 57{,}3$, valoarea de transformare a mărimilor liniare în mărimi unghiulare.

Exemplu: se cere să se calculeze unghiul de pantă al aliniamentelor din tabelul de mai jos, cunoscînd valoarea medie a paralaxelor măsurate, distanța focală $f = 200$ mm și baza $b = 70{,}4$ mm. Cu ajutorul acestor valori s-a calculat coeficientul $K = 163$.

Aliniamentul	Partea pantei unde se măsoară	$p(mm)$	Δp (mm)	d (mm)	$\frac{\Delta p}{d}$	$K\frac{\Delta p}{d}$
$A—B$	sus jos	10,15 10,35	0,20	7,2	0,028	4°,5
$M—N$	sus jos	13,24 14,10	0,86	5,9	0,145	23°,6

În același mod se pot executa profiluri pe anumite direcții, se pot determina înălțimile diverselor obiecte (turnuri, castele, clădiri proeminente etc.) sau alte lucrări asemănătoare, se pot trasa detaliile de planimetrie, în vederea completării hărții cu anumite date etc.

Lucrările efectuate la stereoscopul cu oglinzi cu stereomicrometru au caracter expeditiv, și se pot realiza în timp scurt, în condiții de campanie, asigurînd suficientă precizie pentru scopurile urmărite.

CAPITOLUL al 12-lea

Fotointerpretarea

12.1 Generalități

Am arătat în capitolele precedente că unul din avantajele fotografiei este fidelitatea cu care redă aproape toate detaliile terenului. Sînt însă unele obiective a căror imagine nu apare pe fotografie sau apare parțial, difuz, datorită următorilor factori:

— dimensiuni mici în raport cu scara de fotografiere și cu puterea separatoare a obiectivului camerei fotografice și a materialului fotosensibil;

— lipsă de contrast între obiectiv și fond;

— acoperirea obiectivului de alte elemente naturale sau artificiale (acoperire vegetală, zăpadă, mascare etc.).

Din această cauză, pentru folosirea completă a materialului informativ ce îl poate furniza fotografia, este necesară o analiză sistematică a imaginii, în care se ține seamă atît de caracteristicile obiectivului în sine, cît și de legăturile sale directe sau indirecte cu alte obiective sau cu mediul înconjurător. Această analiză poartă denumirea de *fotointerpretare*.

12.2 Factorii care determină calitatea fotointerpretării

Identificarea sigură a unui obiectiv pe baza imaginii sale fotografice este determinată de un complex de factori care prin acțiunea lor influențează — unii pozitiv, alții negativ — calitatea fotointerpretării.

Randamentul fotointerpretării crește foarte mult dacă se cunosc și dacă se ține cont de direcțiile în care acționează acești factori, înlăturînd sau diminuînd efectul negativ al unora și exploatînd pe cei pozitivi.

Principalii factori pot fi constituiți în 5 grupe, după proveniența lor pe parcursul procesului de fotografiere și fotointerpretare, astfel:

12.2.1 Caracteristicile obiectivelor fotografiate

Forma și dimensiunile obiectivului determină în bună măsură calitatea imaginei. Imaginea obiectivelor de formă alungită, dar de dimensiuni relativ mici (de exemplu o rampă de lansare), nu mai apare pe fotografie dacă scara de fotografiere determină o mărime a imaginii sub 0,1 mm. Alte obiective de formă alungită, dar cu dimensiuni mari (de exemplu un șanț de comuni-

cație, o potecă, un tren etc.), pot fi ușor identificate pe fotografie, chiar dacă grosimea imaginii este de 0,05 mm.

Obiectivele cu o formă regulată, al căror raport între lungime și lățime este apropiat de 1, apar mai ușor pe fotografie decît obiectivele lineare; în condiții optime de iluminare ele sînt identificabile chiar cînd imaginea lor fotografică este sub 0,05 mm.

12.2.2 Caracteristicile mediului înconjurător

Iluminarea obiectivelor în timpul fotografierii (naturală în timpul zilei și artificială noaptea) variază în funcție de poziția sursei de iluminare față de obiectiv, de condițiile atmosferice și de puterea reflectantă a obiectivului (lumina de remisie). Se obține o imagine bună, atunci cînd obiectivele sînt iluminate din direcție paralelă cu axa de fotografiere (sursa de lumină se află în spatele camerei fotografice sau în afara unghiului de deschidere), atmosfera este clară (cantitatea redusă de aerosoli), înălțime sau distanță de fotografiere mică, iar suprafețele de incidență ale obiectivelor au o reflectanță bună. Condițiile de iluminare (respectiv de remisie) pot fi îmbunătățite prin folosirea filtrelor de lumină.

Contrastul dintre obiectiv și suprafața pe care se află amplasat influențează de asemenea calitatea imaginii. Dacă remisia obiectivului este apropiată de cea a fondului, contrastul imaginii va fi minim, îngreunînd identificarea. Acest fenomen este folosit în mascarea obiectivelor militare; dacă obiectivul se acoperă cu materiale care au o remisie egală cu a fondului, imaginea lor nu va mai apărea pe fotografie. În situația în care mascarea se face cu materiale vegetale trebuie avut în vedere faptul că iarba sau frunzele, o dată cu pierderea umidității își schimbă remisia, din care cauză, prin fotografieri repetate, se poate obține imaginea obiectivelor mascate, chiar dacă nu sînt vizibile cu ochiul liber.

12.2.3 Caracteristicile mijloacelor de obținere a fotografiilor

Puterea separatoare N (numărul de linii și spații între linii, egale între ele, ce pot fi redate pe 1 mm) a obiectivului camerei fotografice și a materialului fotosensibil determină claritatea imaginii.

Dacă puterea separatoare este mare imaginea obiectivelor va apărea clară și detaliată; dacă puterea separatoare este mică imaginea va apărea difuză, fără detalii, iar obiectivele mici nu apar de loc.

Valoarea puterii separatoare determină măsura în care pot fi mărite fotografiile, fără să se piardă din claritatea imaginii. Mărirea maximă a fotografiilor (V_{max}) este dată de relația:

$$V_{max} = \frac{N_s}{N_0},$$

unde:

N_0 — puterea separatoare a ochiului omenesc (aproximativ 10 linii/mm);

N_s — puterea separatoare a sistemului cameră fotografică și emulsie fotografică.

De exemplu, dacă $N_s = 100$ linii/mm rezultă că $V_{max} = 10$. Aceasta ne spune că, în situația cînd sistemul aparat de fotografiat și emulsia fotografică are o putere separatoare de 100 linii/mm, fotografiile pot fi mărite de 10 ori, fără să-și piardă din claritate.

Calitatea imaginii fotografice este determinată și de *prelucrarea chimică de laborator* a materialului fotosensibil. O imagine bună este asigurată prin folosirea unor substanțe chimice corespunzătoare, prin respectarea rețetelor și a timpului de developare. Deoarece o prelucrare chimică greșită poate compromite complet toată munca depusă pentru executarea fotografiilor, înainte de tratarea întregului material se fac probe și se adoptă rețeta și condițiile cu care au fost obținute cele mai bune eșantioane.

12.2.4 Condiții tehnice de examinare a fotografiilor

Modul, mijloacele și ambianța în care sînt examinate fotografiile (confortul tehnic) influențează calitativ și cantitativ rezultatele fotointerpretării.

Examinarea fotografiilor cu ajutorul unor instrumente monoculare (lupe) sau binoculare (stereoscoape) dă posibilitatea obținerii a mult mai multor date și într-un timp mai scurt, decît examinarea cu ochiul liber.

Folosirea instrumentelor de măsurare (rigle, lupe gradate, compasuri de reducție), a etaloanelor de comparare (imagini ale unor obiective similare identificate anterior) și a informațiilor suplimentare, ridică randamentul și precizia fotointerpretării.

12.2.5 Pregătirea și experiența fotointerpretatorului

Pregătirea și experiența fotointerpretatorului constituie factorii determinanți în calitatea fotointerpretării. Sesizarea și identificarea obiectivelor militare pe fotografii cer o pregătire multilaterală din partea personalului executant. Cel care execută fotointerpretarea trebuie să cunoască bine condițiile tehnice de obținere a fotografiilor, să aibă cunoștințe temeinice de topografie militară, geografie, geomorfologie. De asemenea este necesar să cunoască principiile mascării, mijloacele tehnice și de luptă ale inamicului (în special mijloacele de distrugere în masă), precum și organizarea trupelor sale. Pe lîngă toate aceste cunoștințe experiența căpătată prin practică și spirit de observație are rol hotărîtor.

Sarcina lucrului cu fotografiile nu revine însă numai specialiștilor, ci și ofițerilor de diferite arme. De aceea este necesar ca fiecare ofițer să-și însușească principiile generale ale folosirii fotografiilor în scopuri militare.

12.3 Indicii de identificare a obiectivelor militare

Orice obiectiv are particularitățile sale, care permit deosebirea lui de alte obiective. Aceste particularități, cu ajutorul cărora se pot identifica obiectivele, se numesc *indicii de identificare*.

Indicii de identificare se împart în indici de identificare *direcți și indirecți*.

Indicii de identificare direcți sînt forma, dimensiunile și tonul (culoarea) imaginii obiectivului.

Prin indicii de identificare indirecți se înțeleg acele caracteristici ale imaginii care dau legătura reciprocă între unele obiective identificabile și alte obiective a căror imagine nu apare pe fotografie sau dacă apare, nu permite stabilirea naturii obiectivului respectiv. Tot indici indirecți sînt urmele activității sale și umbra lăsată de el; acești indici neavînd caracter permanent se mai numesc și indici temporari.

12.3.1 Indicii de identificare direcți

Forma obiectivului constituie principalul indiciu de identificare; imaginea obiectivului poate să apară însă deformată, fie din cauza condițiilor de fotografiere, fie ca rezultat al mascării. În afară de aceasta, multe obiective au forme asemănătoare între ele (de exemplu un transportor blindat cu o autoamfibie sau cu un ponton), din care cauză identificarea obiectivului trebuie făcută corelînd forma și cu alți indici, cum ar fi dimensiunea lui.

Dimensiunile obiectivului se determină folosind relația dintre mărimea imaginii sale pe fotografie și scara fotografiei. În cazul cînd scara nu este uniformă în tot cîmpul fotografiei (fotografii aeriene înclinate sau fotografii terestre) dimensiunile obiectivului se determină prin comparație cu imaginea altor obiective apropiate, ale căror dimensiuni reale sînt cunoscute.

Tonul imaginii (sau culoarea), în raport cu fondul pe care apare obiectivul, poate furniza informații suplimentare cu privire la natura obiectivului. Variația tonului fiind determinată de o serie de factori (puterea de remisie spectrală, caracteristicile emulsiei fotografice, condițiile atmosferice, anotimp etc.), îmbogățește gama posibilităților de identificare cu tot atîția indici.

12.3.2 Indicii de identificare indirecți

De multe ori forma, dimensiunile și tonul imaginii nu permit identificarea obiectivului. În această situație se caută *legăturile cu alte detalii sau obiective deja identificate*. Obiectivele militare sînt întotdeauna dispuse într-o anumită ordine, conform principiilor de organizare ale diferitelor arme. Astfel, amplasamentele mijloacelor de foc se dispun în funcție de caracterul terenului, posibilitățile de coordonare a focului, caracteristicile lor tehnico-tactice și a legăturii cu celelalte arme. Din această cauză, în activitatea de fotointerpretare militară a unei zone, la început se caută să se descopere sistemul general de organizare. După aceea, ținînd cont de regularitatea dispunerii,

se trece la identificarea celorlalte obiective, în zonele de existență probabilă. În acest mod fotointerpretarea se poate executa cu mare exactitate.

Identificarea cu ajutorul indicilor direcți sau prin legătura cu alte obiective poate fi precizată și prin descoperirea *urmelor activității obiectivului*. De exemplu, existența tunurilor în poziții mascate poate fi determinată prin apariția unor fîșii în formă de evantai, în prelungirea gurilor de foc (urmele pulberii arse depuse pe teren). Tancurile, în poziții de așteptare, pot fi descoperite după urmele lăsate de șenile pe drumul parcurs pînă la poziție. Punctele de comandă se identifică după potecile și drumurile improvizate ce se întîlnesc în același loc.

Umbrele lăsate de obiective permit determinarea formei și înălțimii obiectivului (ținînd cont de ora fotografierii și de scara fotografierii).

12.4 Procedee de fotointerpretare

Fotointerpretarea fiind un proces complex, se organizează diferențiat, în funcție de conținutul materialului și scopul urmărit.

12.4.1 Fotointerpretarea selectivă generală

În cazul cînd se urmărește exploatarea totală a materialului informativ conținut de fotografie, fotointerpretarea se execută din aproape în aproape, pe etape, în gradații de greutate, după cum urmează:

— identificarea zonei fotografiate după obiective ale căror imagini se recunosc ușor (localități, păduri, cursuri de apă etc.);

— identificarea directă a obiectivelor după caracteristicile lor specifice (formă, dimensiuni);

— identificarea indirectă a obiectivelor a căror imagine nu apare pe fotogramă, dar a căror prezență este demascată de urmele unei activități sau de legătura cu alte obiecte a căror imagine este vizibilă;

— confruntarea cu terenul (cînd este posibil) sau cu alte surse de informații;

— fotointerpretarea complexă, care constă în stabilirea legăturilor între rezultatele obținute în etapele anterioare, corelarea cu informațiile obținute din alte surse sau din fotointerpretări anterioare și întocmirea documentului de sinteză.

Fotointerpretarea selectivă generală este efectuată, de obicei, de o singură persoană și se folosește, în general, în situațiile cînd operația nu prezintă dificultăți deosebite sau cînd descoperirea unor obiective nu comportă o anumită urgență. Pentru fotointerpretator se cer cunoștințe topografice și tactice generale.

12.4.2 Fotointerpretarea selectivă de specialitate

În condițiile războiului modern, cînd tehnica de luptă și mijloacele de distrugere au evoluat considerabil, fotointerpretarea trebuie să furnizeze date asupra principalelor obiective inamice, în ordinea importanței lor. În primul rînd trebuie descoperite mijloacele de nimicire în masă (nucleare, chimice, bacteriologice), locurile de producere, depozitare și asamblare a lor, raioanele de dispunere, direcțiile de deplasare etc. Din această cauză ordinea executării operațiilor de fotointerpretare este subordonată acestui scop, după cum urmează:

— se identifică fotografiile ce acoperă zona în care există informații că se află mijloacele de distrugere; această operație o poate face orice fotointerpretator cu pregătire medie;

— se predau fotografiile unui fotointerpretator specializat în identificarea mijloacelor respective, care după descoperirea obiectivelor, raportează oral și apoi întocmește documentul raport;

— se continuă fotointerpretarea pentru descoperirea altor tipuri de obiective; operația se execută în continuare de același fotointerpretator sau de alții specializați în diferite obiective;

— se întocmesc documentele raport, separat pe genuri de obiective sau documente de sinteză cu privire la fotointerpretarea tactică a zonei cercetate.

Fotointerpretarea selectivă de specialitate presupune existența unui personal specializat, pe tipuri de obiective sau pe arme.

12.5 Confruntarea rezultatelor fotointerpretării

În condițiile cîmpului de luptă toate elementele furnizate de cercetare se compară și se întregesc prin datele obținute din diferite surse. Rezultatele fotointerpretării se confruntă întotdeauna cu datele culese pe alte căi. Cu toate că în timp de război este mai greu, de cîte ori este posibil, se face și confruntarea cu realitatea terenului. Acest lucru este mai ușor de realizat pentru lucrările genistice și obiectivele topografice (care sînt legate de teren) și mai greu pentru tehnica și mijloacele mobile de luptă.

Rezultatele confruntării servesc atît pentru completarea documentației, cît și pentru stabilirea etaloanelor de identificare.

12.6 Posibilitățile fotointerpretării

Pe baza experiențelor repetate se pot întocmi statistici, cu ajutorul cărora se determină *coeficientul preciziei fotointerpretării* (C_p), pentru diferite categorii de obiective, exprimat procentual prin raportul dintre numărul obiec-

tivelor descifrate și numărul lor total. În tabelul de mai jos este arătat coeficientul preciziei fotointerpretării (C_p), pentru cîteva tipuri de obiective militare. Coeficientul este calculat în condițiile lucrului pe fotografii executate la o scară optimă de identificare pentru fiecare tip de obiectiv.

BIECTIVUL	C_p (%)
Locașuri de tragere, șanțuri de comunicații	100
Blindate și adăposturi fortificate	85—95
Locașuri de tragere pentru mitraliere	85—95
Poziții de tragere ale artileriei a.a.	80—90
Poziții de tragere ale artileriei a.t. și aruncătoarelor de mine	45—60
Instalații de lansare mobile	35—50
Aruncătoare de mine izolate	15—20
Instalații de lansare permanente	10—15

Valoarea coeficientului de precizie scade foarte mult în condițiile terenurilor muntoase, mlăștinoase sau împădurite, deoarece acestea oferă mai multe posibilități de mascare.

12.7 Scara de fotografiere

Identificarea obiectivelor este cu atît mai ușoară, cu cît scara de fotografiere este mai mare. Pornind de la puterea separatoare a sistemului cameră fotografică plus emulsie (N_s) și de la dimensiunile obiectivelor ce urmează a fi identificate (L), se poate determina scara la care trebuie să se execute fotografierea, pentru ca imaginea obiectivelor să fie identificabilă.

Numitorul scării de fotografiere (m_f) este dat de relația:

$$m_f = \frac{L}{l},$$

unde:

L — dimensiunea reală a obiectivului;

l — dimensiunea imaginii obiectivului pe fotografie.

Pentru ca imaginea obiectivului să apară pe fotografie trebuie ca dimensiunea imaginii să fie mai mare sau cel puțin egală cu inversul puterii separatoare N_s.

Deci:

$$m_f = \frac{L}{N_s},$$

adică:

$$m_f = L.N_s.$$

La determinarea scării trebuie să se țină seamă și de ceilalți factori, care influențează negativ calitatea fotointerpretării (în primul rînd mascarea). Experimental s-a constatat că pentru eliminarea influenței acestor factori, scara de fotografiere trebuie mărită pînă la de 2 ori. Deci, practic, numitorul scării de fotografiere va fi dat de relația:

$$m_f = 0{,}5\ L.N_s.$$

De exemplu, dacă un obiectiv are dimensiunea $L = 2$ m, iar puterea separatoare este $N_s = 20$ linii/mm (deci $l = 0{,}05$ mm) rezultă că $m_f = 0{,}5 \cdot 2\,000 \cdot 20 = 20\,000$. Aceasta înseamnă că pe o fotografie la scara 1:20 000 pot fi identificate obiective ale căror dimensiuni reale sînt mai mari de 2 metri.

În tabelul de mai jos sînt date valorile scării de fotografiere $\left(\frac{1}{m_f}\right)$, în funcție de puterea separatoare (N_s) și de dimensiunile obiectivelor (L). În calcul se ia ca dimensiune latura cea mai mică a obiectivului.

N_s (linii/mm) / L(metri)	20	30	50
0,5	1: 5 000	1: 7 500	1: 12 500
1	1: 10 000	1: 15 000	1: 25 000
2	1: 20 000	1: 30 000	1: 50 000
3	1: 30 000	1: 45 000	1: 75 000
5	1: 50 000	1: 75 000	1:125 000
10	1:100 000	1:150 000	1:250 000

Din tabel se poate deduce la ce scară trebuie făcută fotografierea pentru ca imaginea unor obiective de dimensiuni date să apară pe fotografie.

Se dau în continuare cîteva modele de fotointerpretare tactică executate pe fotografii aeriene, prin care se concretizează considerațiile făcute în acest capitol.

FIG. 180 FOTOGRAFIE LA SCARA 1 : 5 000:
1 — tranşee cu locaşuri de tragere; *2* — poziţii de tragere de artilerie, mascate; *3* — şanţuri de comunicaţii; *4* — tancuri îngropate.

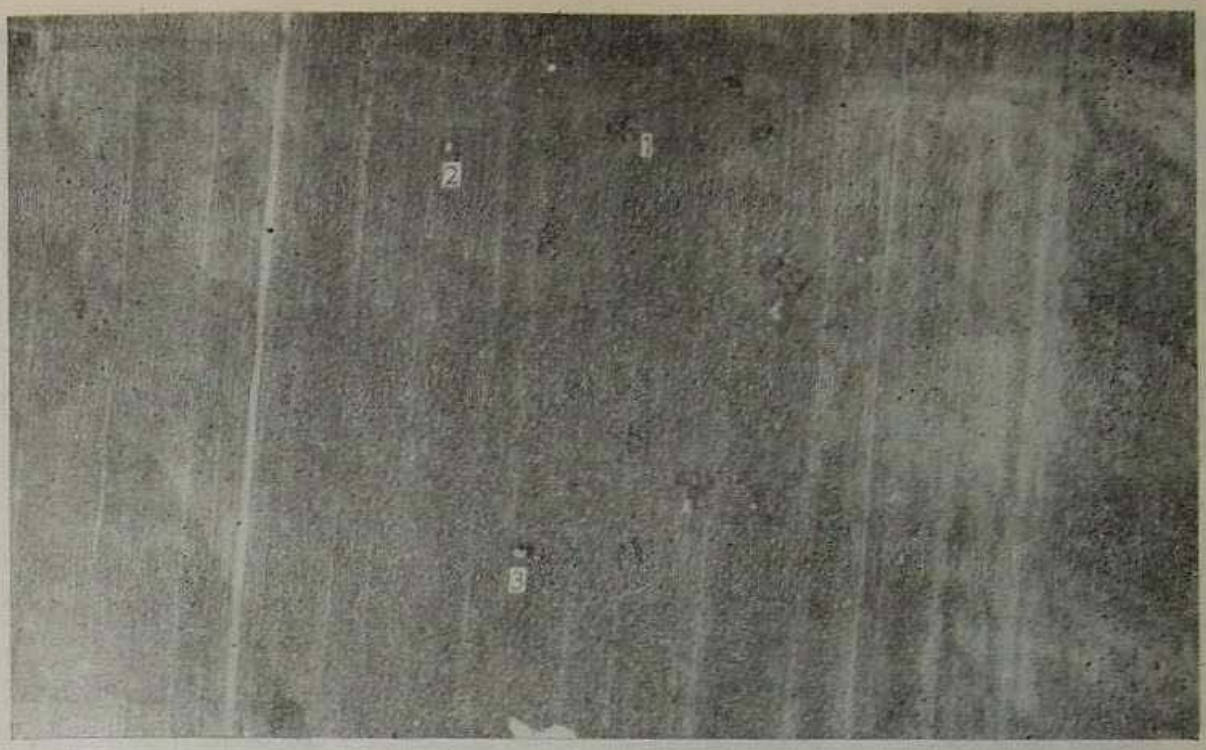


FIG. 181 FOTOGRAFIE LA SCARA 1 : 3 000:
POZIȚIA DE TRAGERE A ARTILERIEI:
1 — poziție de tragere; *2* — mijloc de tracțiune adăpostit; *3* — mijloc de tracțiune neadăpostit.

FIG. 182 FOTOGRAFIE LA SCARA 1 : 3 000:
1 — autotunuri; *2* — transportoare blindate; *3* — tanc.

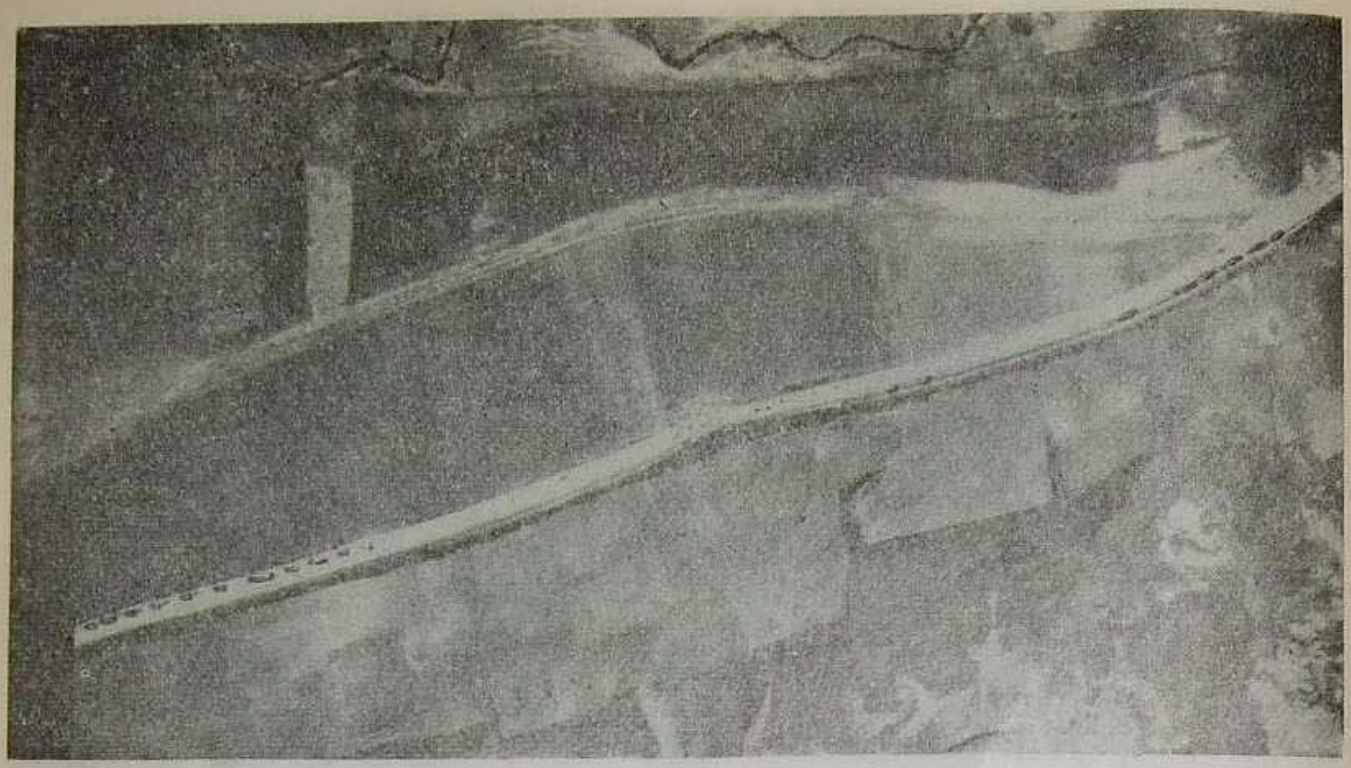


FIG. 183 FOTOGRAFIE LA SCARA 1 : 5 000:
1 — tancuri ieșind din raionul de concentrare; 2 — autoturisme.

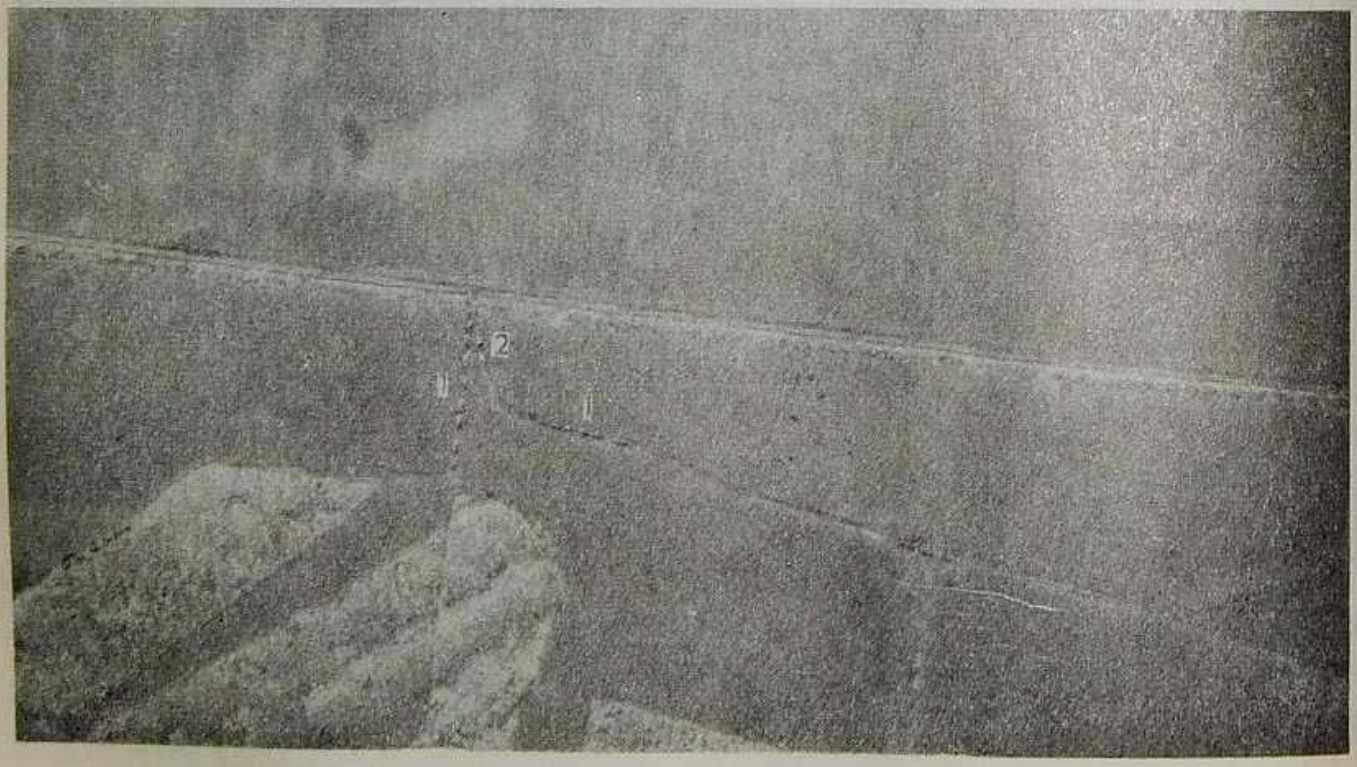


FIG. 184 FOTOGRAFIE LA SCARA 1 : 4 000:
1 — coloană de artilerie în marș.

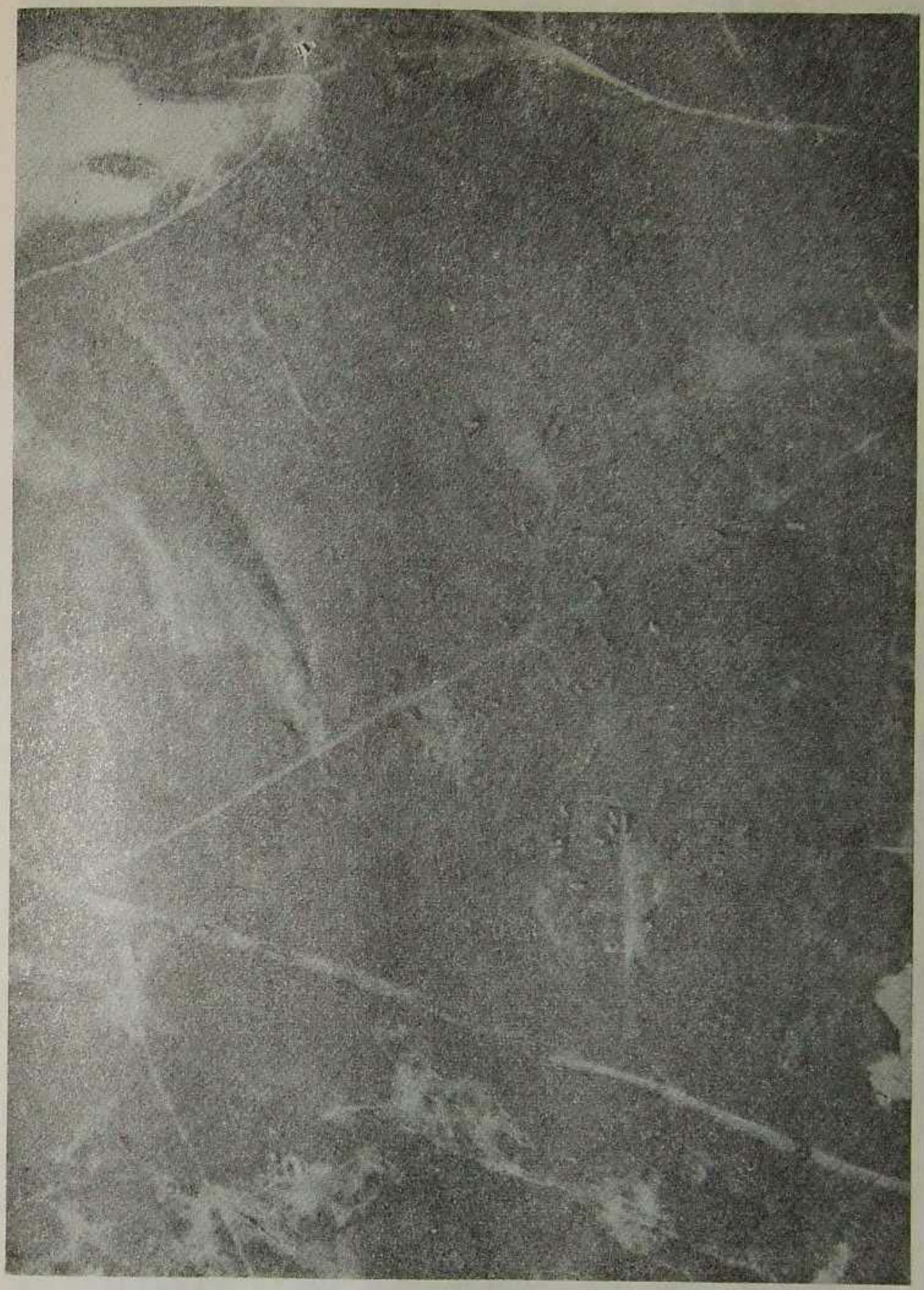
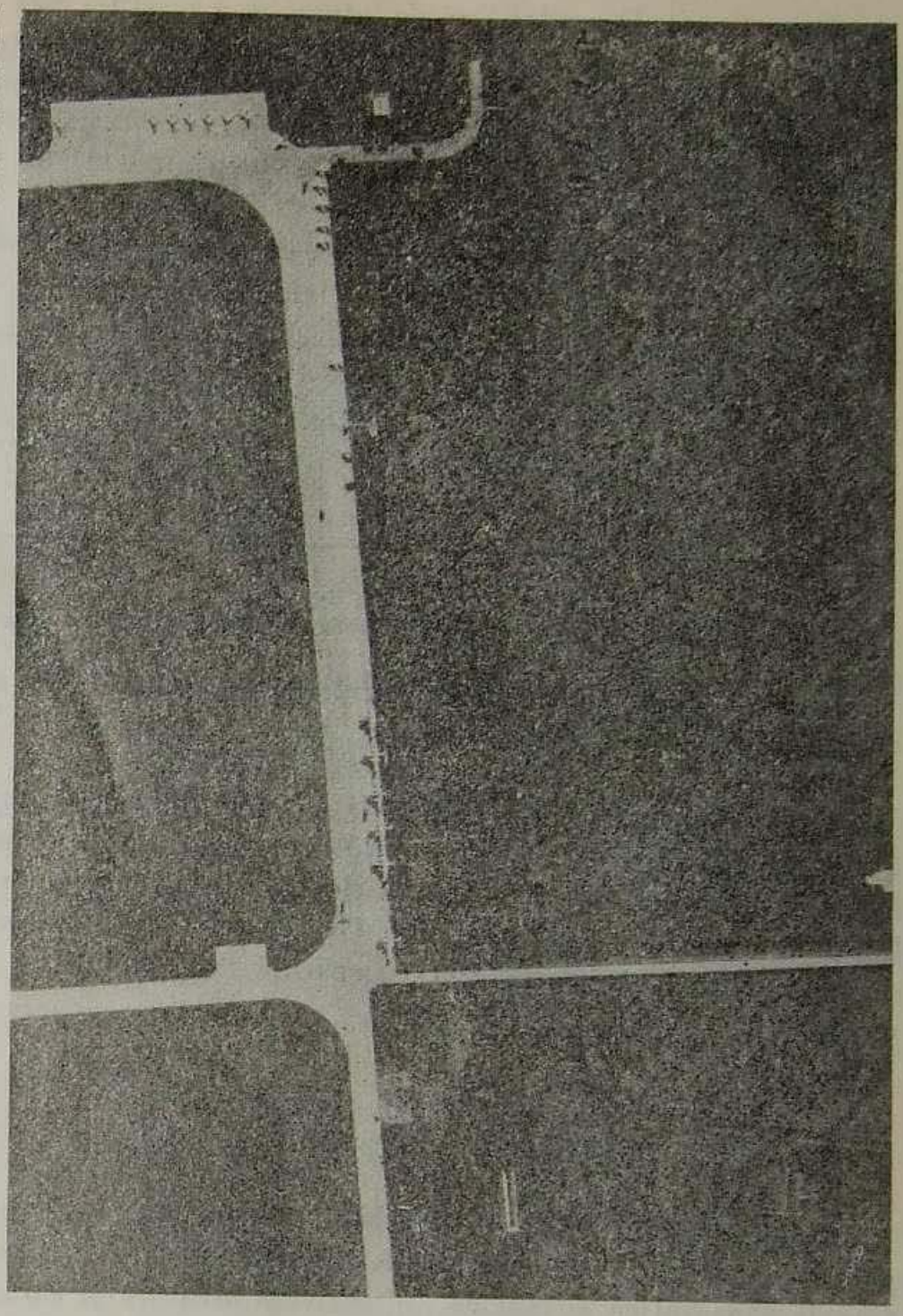


FIG. 185 FOTOGRAFIE LA SCARA 1 : 4 000:
— mașini de luptă cu tehnică de trecere peste cursuri de apă, surprinse nemascate, în raionul de concentrare.

FIG. 186 FOTOGRAFIE LA SCARA 1 : 5 000:
1 — puncte de comandă; *2* — tehnică de geniu; *3* — stații de radio; *4* — mașini de luptă; *5* — tancuri.

FIG. 187
FOTOGRAFIE
LA SCARA
1: 5 000:
— porțiune
de aerodrom
permanent,
cu diferite
tipuri de avioane.



12.8 Transmiterea rezultatelor fotointerpretării

Rezultatele fotointerpretării se transmit prin diferite mijloace, după cum urmează.

12.8.1 Rapoarte

Raport verbal (personal sau prin mijloace de transmisiuni). Această formă de transmitere se folosește în cazuri de urgență (identificarea mijloacelor de nimicire în masă sau a altor obiective de importanță deosebită).

Raport scris. O modalitate de întocmire a acestuia este cea sub forma unui inventar al obiectivelor identificate, scris pe spatele fotografiei. Obiectivele identificate sînt marcate prin semne convenționale, alături de imaginea lor și numerotate. Numărul dat obiectivului pe fotografie corespunde cu cel din inventarul de pe verso, după cum reiese din modelul de mai jos.

Nr. crt.	DENUMIREA OBIECTIVULUI	COORDONATE		OBSERVAȚII
		X	Y	
1	Tanc îngropat	525,5	642,0	
2	Șanț a.t. (80 metri)	527,0	631,0	Coordonatele la centru
3	Mitralieră	526,0	635,5	

Scara: 1:10 000, raionul Codreni, harta la scara 1:50 000 cu nomenclatura L-34-79-B, ediția 1950.

Fotointerpretat: locot. Marinescu. Data fotografierii: 15. 06. 14. 00. Data fotointerpretării: 15. 06. 18. 30.

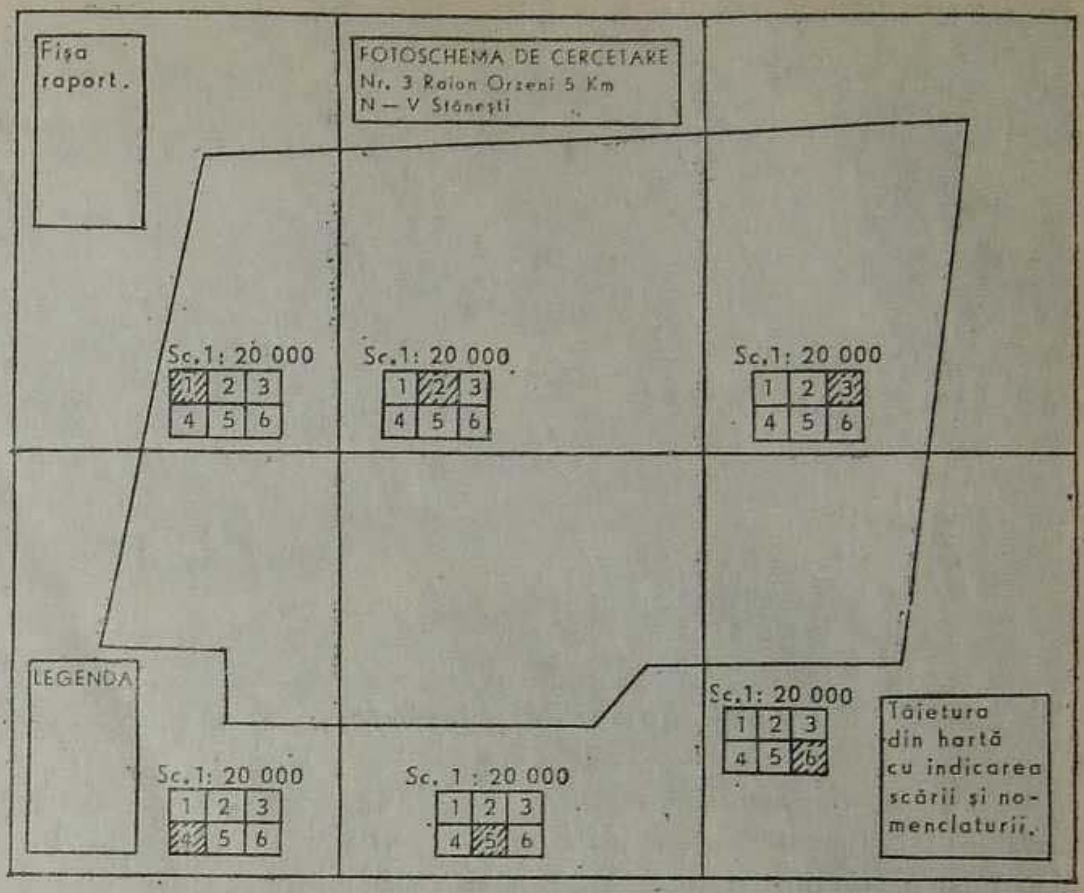
O altă modalitate de întocmire a raportului scris este cea sub forma unui inventar, asemănător cu cel dinainte, anexat însă la o hartă pe care au fost transpuse obiectivele. Acest mod de transmitere se folosește atunci cînd pe fotografii au fost identificate obiective ce privesc diferite eșaloane. Obiectivele se selecționează pe destinatari, fiecăruia trimițîndu-i-se cîte un inventar și o hartă.

12.8.2 Fotoschema de cercetare

Fotoschema de cercetare (fig. 188) este un asamblaj de fotografii care acoperă o zonă dată și pe care au fost identificate și marcate, prin semne convenționale topografice și tactice, obiectivele militare și caracteristicile terenului (cele ce nu apar pe hartă).

Fotoschema de cercetare se folosește ca document informativ pentru studierea de detaliu a dispozitivului inamic și a raioanelor în care trupele proprii urmează să execute desantarea aero sau forțarea unor cursuri de apă. Acest document se execută la scări între 1 : 5 000 și 1 : 30 000. Dacă fotoschema este prea mare, se segmentează în mai multe foi de dimensiuni apropiate foilor de hartă. Pe fiecare foaie se desenează un schelet cu dispunerea tuturor foilor, pe care se marchează caroul corespunzător foii respective. Fotoschemele sînt însoțite de o fișă-raport (fig.189), în care sînt prezentate principalele date ale materialului fotografic și informativ folosit.

FIG. 188



U.M._____

FIŞA RAPORT

pentru fotoschema_____Raion_____

_____

– Data fotografierii _____

– Pilot_____navigant_____

– Înălţimea_____ Scara_____

– Aerofotoaparat _____

– Distanţa focală _____

– Film Nr._____

– Negative Nr._____

– Fotoschema a fost întocmită de_____

_____

Şeful serv. aerofoto

_____

Şeful biroului foto

_____

FIG. 189

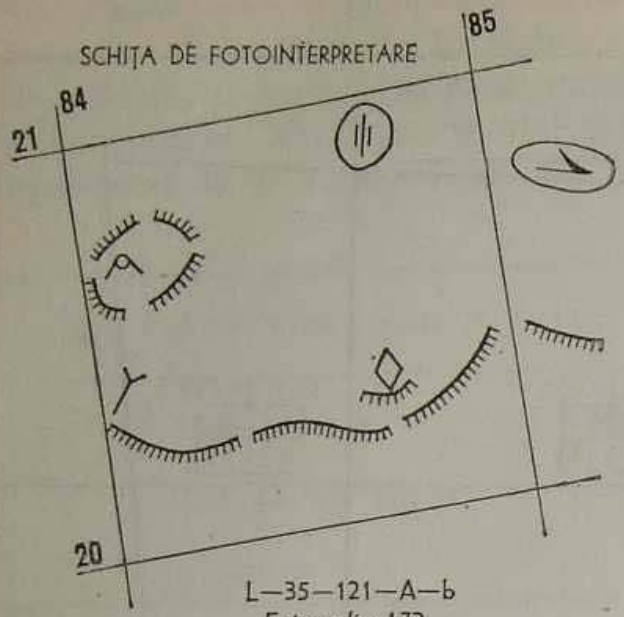


FIG. 190

12.8.3 Schițe de fotointerpretare

Schițele de fotointerpretare (fig.190) se întocmesc în cazul identificării unor obiective de formă filiformă (șanțuri de tragere, baraje, șanțuri a.t. etc.), care nu pot fi transmise prin coordonate. Întocmirea schițelor de fotointerpretare constă în copierea pe calc, prin semne convenționale, a obiectivelor identificate pe fotografii; ele se transmit împreună cu raportul scris.

12.8.4 Fotopanorama

Fotopanorama este un document ce se întocmește, folosind fotografiile aeriene panoramice sau fotografiile terestre.

Fotopanorama *simplă* (fig.191) sau pe un singur rînd de fotografii este un asamblaj al unor fotografii luate în bandă.

Fotopanorama *etajată* (fig.192) este un asamblaj de mai multe benzi de fotografii panoramice aeriene sau terestre.

La amîndouă tipurile de fotopanorame, identificarea și marcarea obiectivelor se fac ca și la fotoschema de cercetare, dar aici este obligatorie în-

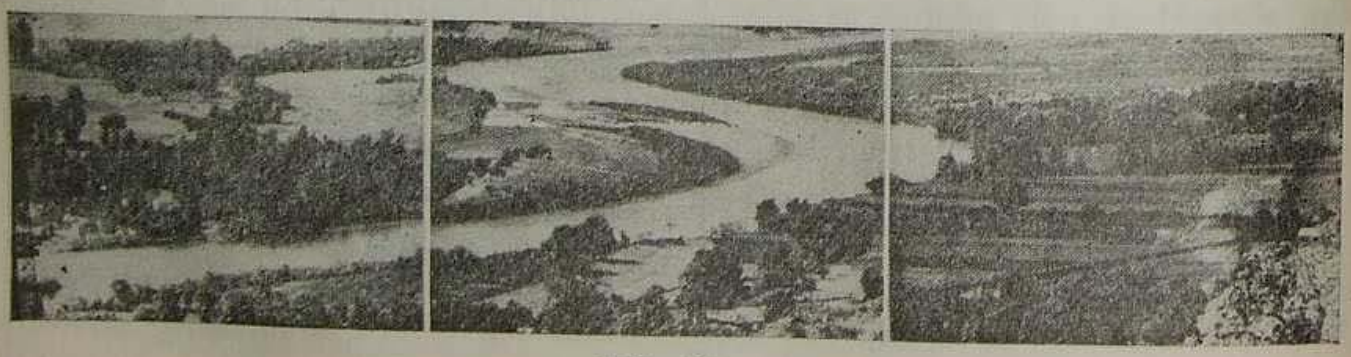


FIG. 191

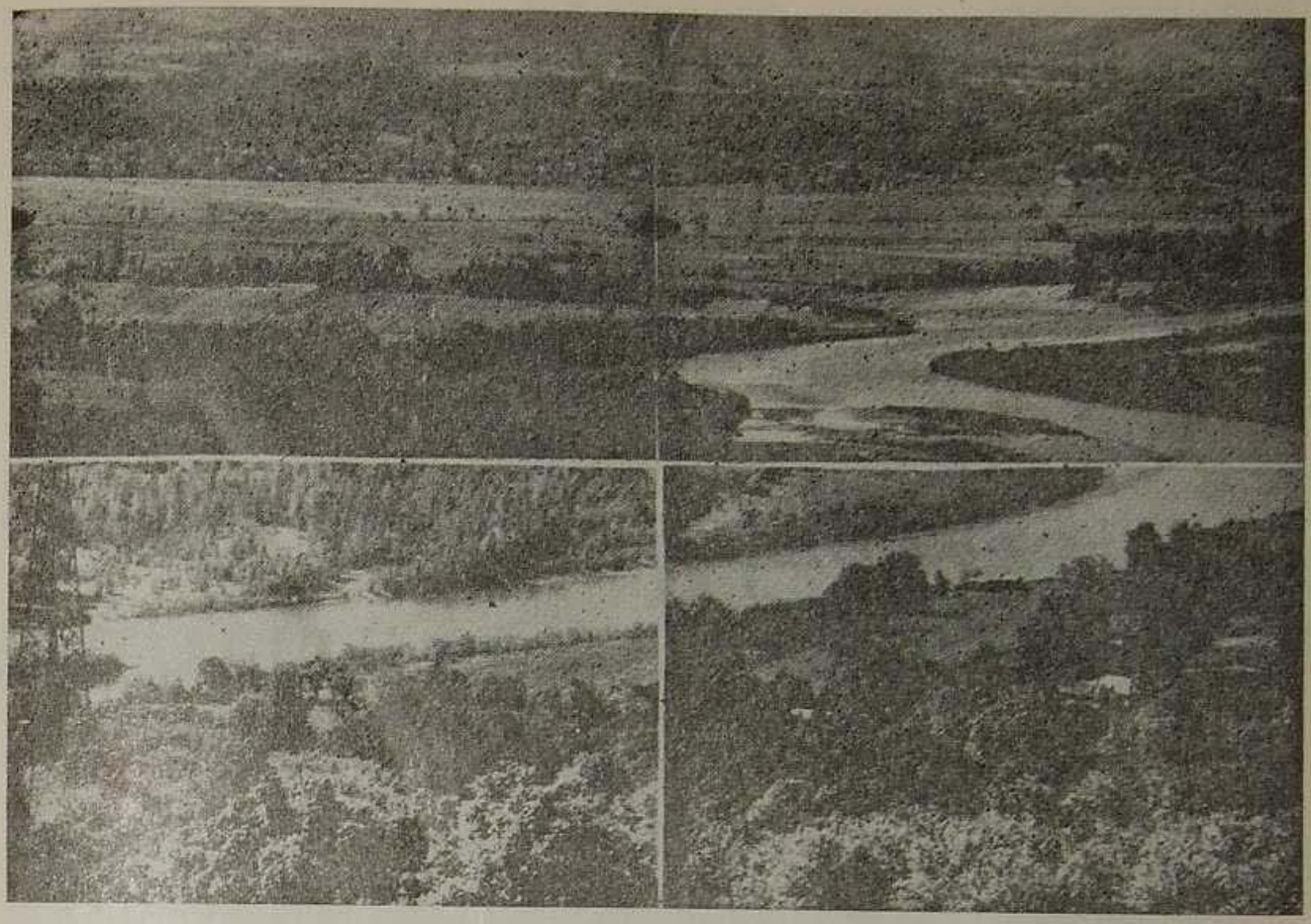


FIG. 192

tocmirea inventarului și determinarea coordonatelor, cu ajutorul hărții, deoarece deformările mari datorate scării variabile în cîmpul imaginii nu permit citirea directă.

Marcarea obiectivelor identificate pe linia orizontului se face literar, deasupra liniei orizontului și se indică poziția lor printr-o săgeată.

Fotopanoramele sînt folosite în acțiunile de luptă în munți, pentru cercetarea raioanelor costiere (riverane) în vederea desantării, precum și pentru cercetarea generală, de ansamblu, a unor suprafețe mari de teren.

12.8.5 **Albume de etalonare**

Albumele de etalonare se compun din fotografii, pe care au fost identificate precis diferite tipuri de obiective. Acestea se folosesc pentru ușurarea operației de fotointerpretare, precum și pentru instruirea fotointerpretatorilor. Albumele se completează și se împrospătează mereu, pe măsură ce se găsesc forme noi de prezentare ale imaginii aceluiași obiectiv.

CAPITOLUL al 13-lea

Calcule topografice

13.1 Calculul distanței între două puncte din coordonate rectangulare Gauss

Se cunosc coordonatele punctelor 1 și 2, notate cu x_1, y_1 și respectiv x_2, y_2; se cere distanța d între ele.

Din figura 193 se vede că $\delta x = x_2 - x_1$ și $\delta y = y_2 - y_1$ sînt diferențele de coordonate ale celor 2 puncte, respectiv δx diferența de abscise și δy diferența de ordonate. Cu aceste elemente se calculează distanța, folosind relația:

$$d = \sqrt{(\delta x)^2 + (\delta y)^2} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}.$$

După formulă, distanța între cele două puncte se obține astfel:

— se face diferența x-ilor celor două puncte și se ridică la pătrat;

— se face diferența y-ilor celor două puncte și se ridică la pătrat;

— se însumează cele două pătrate și din această sumă se extrage radicalul, rezultatul fiind distanța căutată.

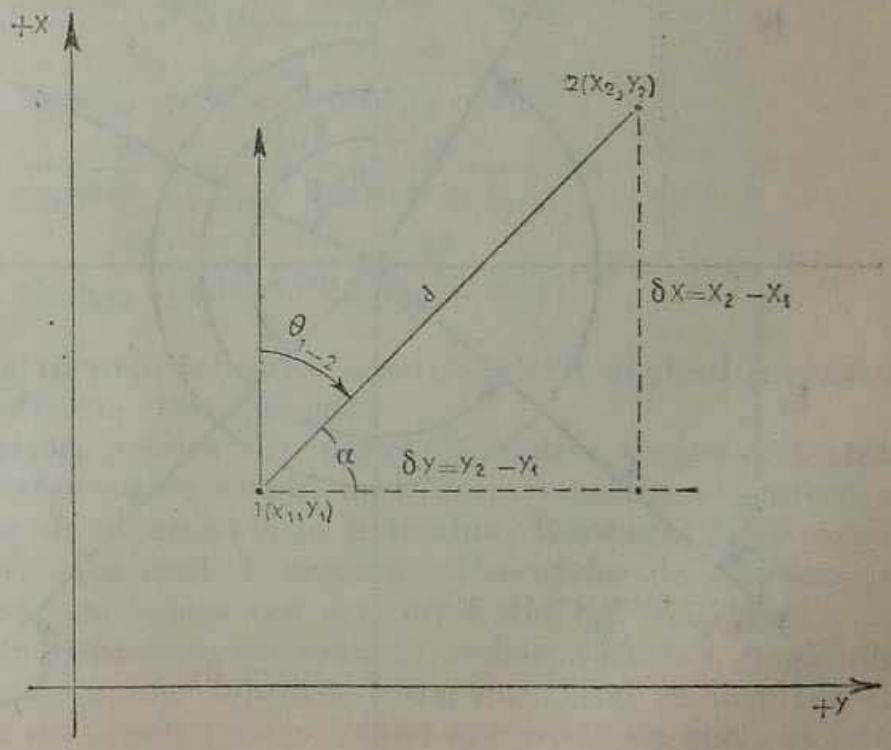


FIG. 193

Calculele se pot efectua cu mîna sau cu o mașină de calcul. Rezultatul se obține în unități liniare, corespunzătoare unităților în care s-au luat coordonatele.

Dacă în afară de coordonatele celor două puncte avem ușor la îndemînă și unghiul α indicat în figura 193, atunci pentru calculul distanței se pot folosi și alte relații, astfel:

$$d = \frac{\delta x}{\sin \alpha} = \frac{x_2 - x_1}{\sin \alpha} \quad \text{sau} \quad d = \frac{\delta y}{\cos \alpha} = \frac{y_2 - y_1}{\cos \alpha}.$$

Folosind ambele formule există posibilitatea unui control al calculelor; dacă folosim una din ele putem verifica calculele cu prima relație arătată. Din calculele de verificare pot rezulta unele diferențe, neînsemnate din punct de vedere practic, care se datoresc aproximării cu care se iau coordonatele și funcțiile trigonometrice.

Valoarea unghiului α se obține ușor dacă avem orientarea θ a direcției celor două puncte (calculul orientării din coordonate se arată la 13.2; orientarea se găsește de obicei în cataloage sau tabele, alături de coordonate).

Pentru a avea la îndemînă relațiile de calculul distanței pe calea indicată mai sus, în cazurile cînd în cercul topometric avem diverse poziții a celor două puncte (fig. 194), le dăm mai jos pentru toate situațiile posibile:

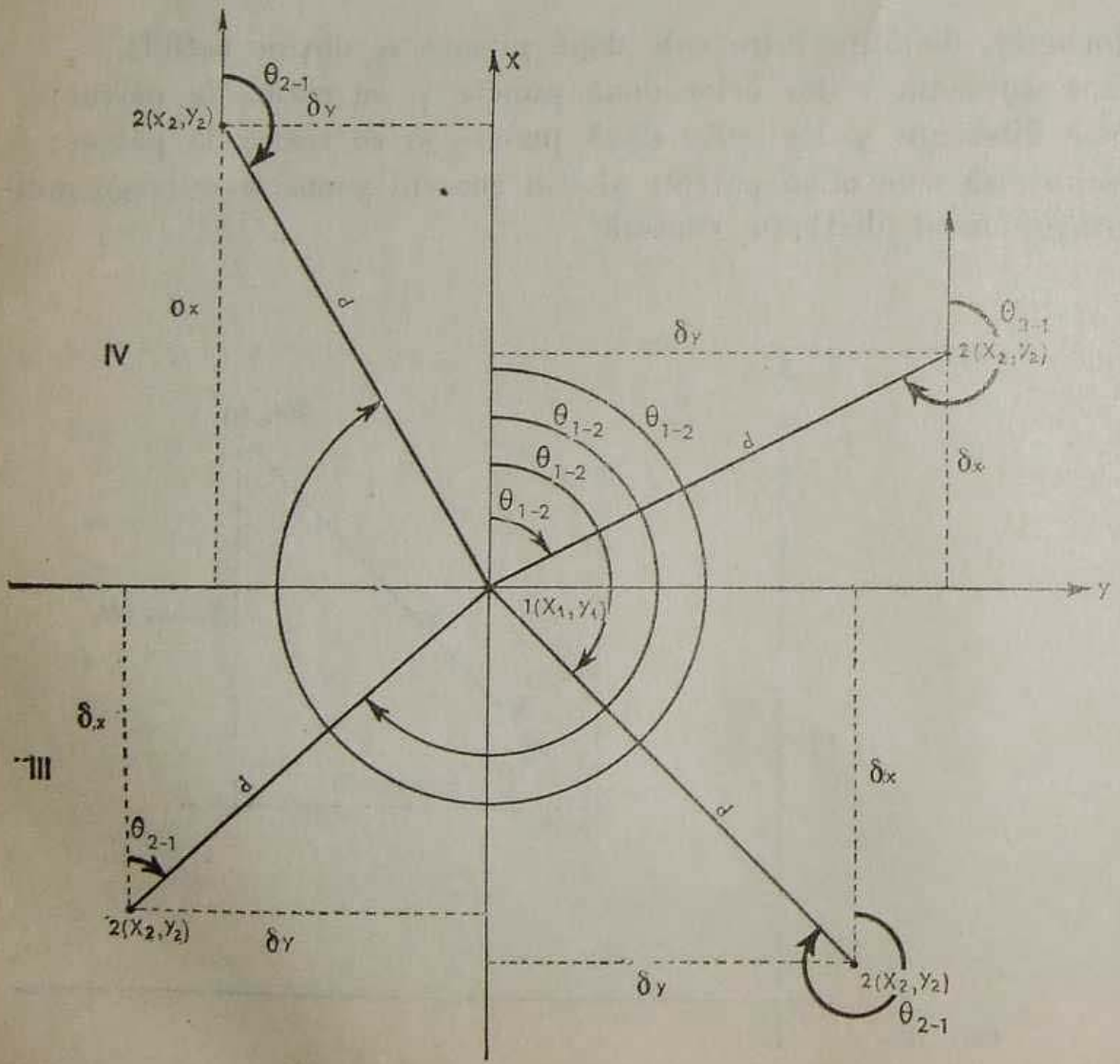


FIG. 194

Cadranul I: $$d = \frac{\delta x}{\cos \theta_{1-2}} = \frac{\delta x}{\cos(\theta_{2-1} - 180^\circ)} = \frac{\delta x}{\sin(90^\circ - \theta_{1-2})} =$$
$$= \frac{\delta x}{\sin(270^\circ - \theta_{2-1})} = \frac{\delta y}{\sin \theta_{1-2}} = \frac{\delta y}{\sin(\theta_{2-1} - 180^\circ)} =$$
$$= \frac{\delta y}{\cos(90^\circ - \theta_{1-2})} = \frac{\delta y}{\cos(270^\circ - \theta_{2-1})};$$

Cadranul II: $$d = \frac{\delta y}{\cos(\theta_{1-2} - 90^\circ)} = \frac{\delta y}{\cos(\theta_{2-1} - 270^\circ)} =$$
$$= \frac{\delta y}{\sin(180^\circ - \theta_{1-2})} = \frac{\delta y}{\sin(360^\circ - \theta_{2-1})} =$$
$$= \frac{\delta x}{\cos(180^\circ - \theta_{1-2})} = \frac{\delta x}{\sin(\theta_{1-2} - 90^\circ)} =$$
$$= \frac{\delta x}{\sin(\theta_{2-1} - 270^\circ)} = \frac{\delta x}{\cos(360^\circ - \theta_{2-1})};$$

Cadranul III: $$d = \frac{\delta x}{\sin(270^\circ - \theta_{1-2})} = \frac{\delta x}{\sin(90^\circ - \theta_{2-1})} =$$
$$= \frac{\delta x}{\cos(\theta_{1-2} - 180^\circ)} = \frac{\delta x}{\cos \theta_{2-1}} =$$
$$= \frac{\delta y}{\cos(270^\circ - \theta_{1-2})} = \frac{\delta y}{\cos(90^\circ - \theta_{2-1})} =$$
$$= \frac{\delta y}{\sin(\theta_{1-2} - 180^\circ)} = \frac{\delta y}{\sin \theta_{2-1}};$$

Cadranul IV: $$d = \frac{\delta y}{\sin(360^\circ - \theta_{1-2})} = \frac{\delta y}{\sin(180^\circ - \theta_{2-1})} =$$
$$= \frac{\delta y}{\cos(\theta_{1-2} - 270^\circ)} = \frac{\delta y}{\cos(\theta_{2-1} - 90^\circ)} =$$
$$= \frac{\delta x}{\cos(360^\circ - \theta_{1-2})} = \frac{\delta x}{\cos(180^\circ - \theta_{2-1})} =$$
$$= \frac{\delta x}{\sin(\theta_{1-2} - 270^\circ)} = \frac{\delta x}{\sin(\theta_{2-1} - 90^\circ)}.$$

Se observă cu ușurință că prin folosirea acestor relații unghiul α rezultă implicit din orientările directe sau inverse.

De asemenea, unele valori privite din punct de vedere trigonometric se repetă, dar au fost date astfel tot cu scopul de a ușura rezolvarea practică a oricărei situații, în funcție de elementele la îndemînă. Distanța fiind numai o valoare pozitivă nu se va ține cont de semnul diferențelor de coordonate, ci se va scădea întotdeauna coordonata cea mai mică din cea mai mare.

La alegerea relației de utilizat se va avea în vedere valoarea unghiului rezultat la numitor; aceasta impune folosirea sinusului, cînd se lucrează cu unghiuri sub 45° și cu atît mai mult pentru valori apropiate de zero, și folo-

sirea cosinusului la valori peste 45° și cu atît mai mult cînd se apropie de 90°. În jurul valorii de 45° se poate lucra cu ambele funcții trigonometrice.

Dacă se lucrează cu grade centezimale formulele suferă transformările corespunzătoare (vezi tabelul de transformări de la sfîrșitul capitolului).

Aflarea distanței pe calea indicată mai sus se face astfel:

— în funcție de mărimea orientării se stabilesc cadranul în care ne găsim și relația cu care se lucrează;

— se calculează diferența de coordonate indicată de relație;

— se scoate din tabele valoarea funcției trigonometrice;

— se execută operația de împărțire indicată de formulă.

Relațiile indicate pot fi folosite atît sub forma dată, cît și sub formă logaritmată, astfel:

$$d = \frac{\delta x}{\cos \theta_{1-2}} \text{ sau } \log d = \log \delta x - \log \cos \theta_{1-2}.$$

Pentru nevoile militare este suficient să folosim coordonate pînă la centimetru și table de valori naturale sau logaritmice ale funcțiilor trigonometrice cu șase zecimale. Calculele se pot executa manual sau cu o mașină de calcul.

Exemplu de calculul distanței folosind metoda indicată mai sus:

$$1 \begin{cases} x_1 = 48.326{,}95; \\ y_1 = 28.929{,}76; \end{cases} \qquad 2 \begin{cases} x_2 = 52.475{,}53; \\ y_2 = 26.902{,}44; \end{cases}$$

$$\theta_{1-2} = 371^g 06^c 25^{cc}.$$

Rezolvare:

$$\delta x = 4148{,}58;$$

$$\delta y = 2027{,}32.$$

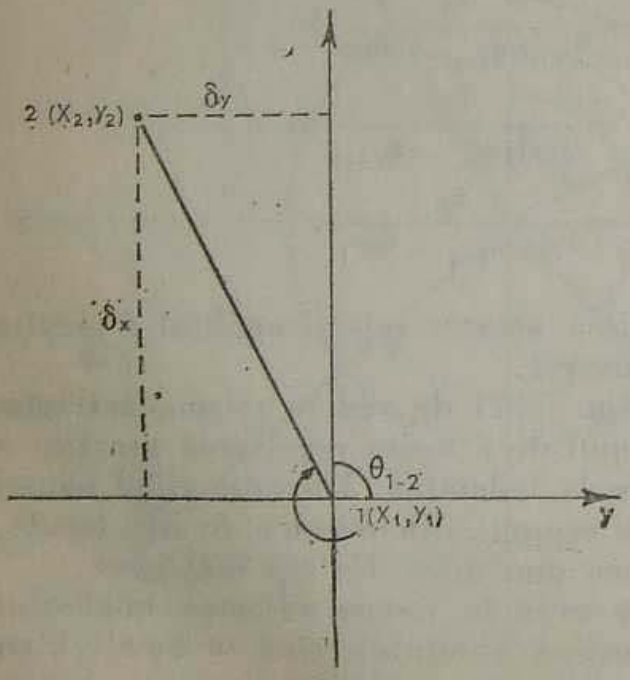


FIG. 195

$$d = \frac{\delta y}{\sin(400^g - \theta_{1-2})} = \frac{\delta y}{\cos(\theta_{1-2} - 300^g)} =$$

$$= \frac{2027{,}32}{\sin 28^g 93^c 75^{cc}} = \frac{2027{,}32}{\cos 71^g 06^c 25^{cc}} =$$

$$= \frac{2027{,}32}{0{,}439057} = 4617{,}44 \text{ m}.$$

Dacă folosim relația cu radicalul din suma pătratelor diferențelor de coordonate avem:

$$d = \sqrt{(\delta x)^2 + (\delta y)^2} =$$

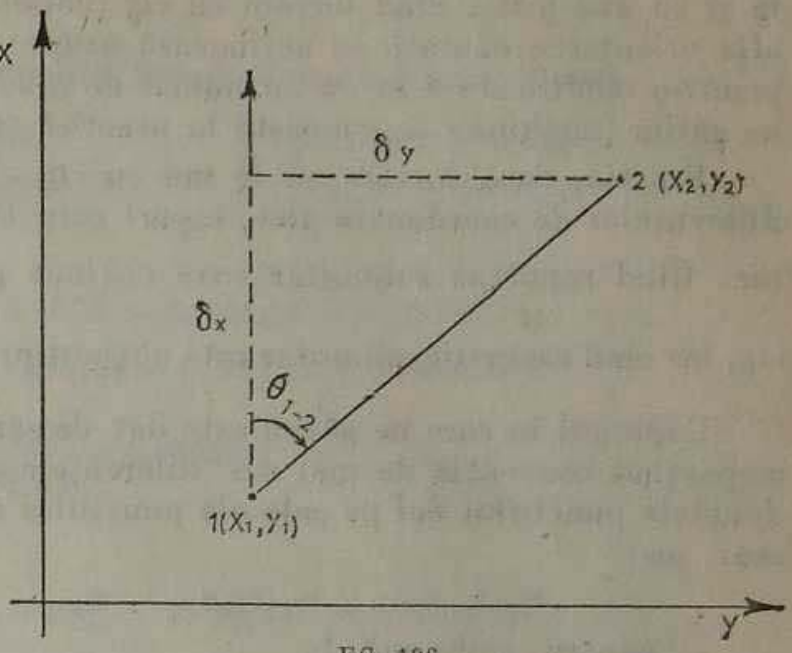
$$= \sqrt{17\,210\,716{,}0164 + 4\,110\,026{,}3824} =$$

$$= \sqrt{21\,320\,742{,}3988} = 4\,617{,}44 \text{ m}.$$

13.2 Calculul orientării direcției între două puncte din coordonate rectangulare Gauss

Din figura 196 se observă că pentru a afla orientarea θ_{1-2}, cunoscînd coordonatele celor două puncte x_1, y_1 și respectiv x_2, y_2 se pot folosi două relații simple din trigonometrie și anume:

$$\operatorname{tg} \theta_{1-2} = \frac{\delta y}{\delta x} \text{ sau } \operatorname{ctg} \theta_{1-2} = \frac{\delta x}{\delta y}.$$



FG. 196

Convenim ca diferențele de coordonate să fie calculate întotdeauna prin scăderea din coordonatele punctului doi a celor ale punctului unu și avem grijă ca punctul unu să fie punctul origine 0 al axelor de coordonate, ca în figura 197 (ne referim la un sistem de coordonate translatat față de sistemul în care sînt date coordonatele).

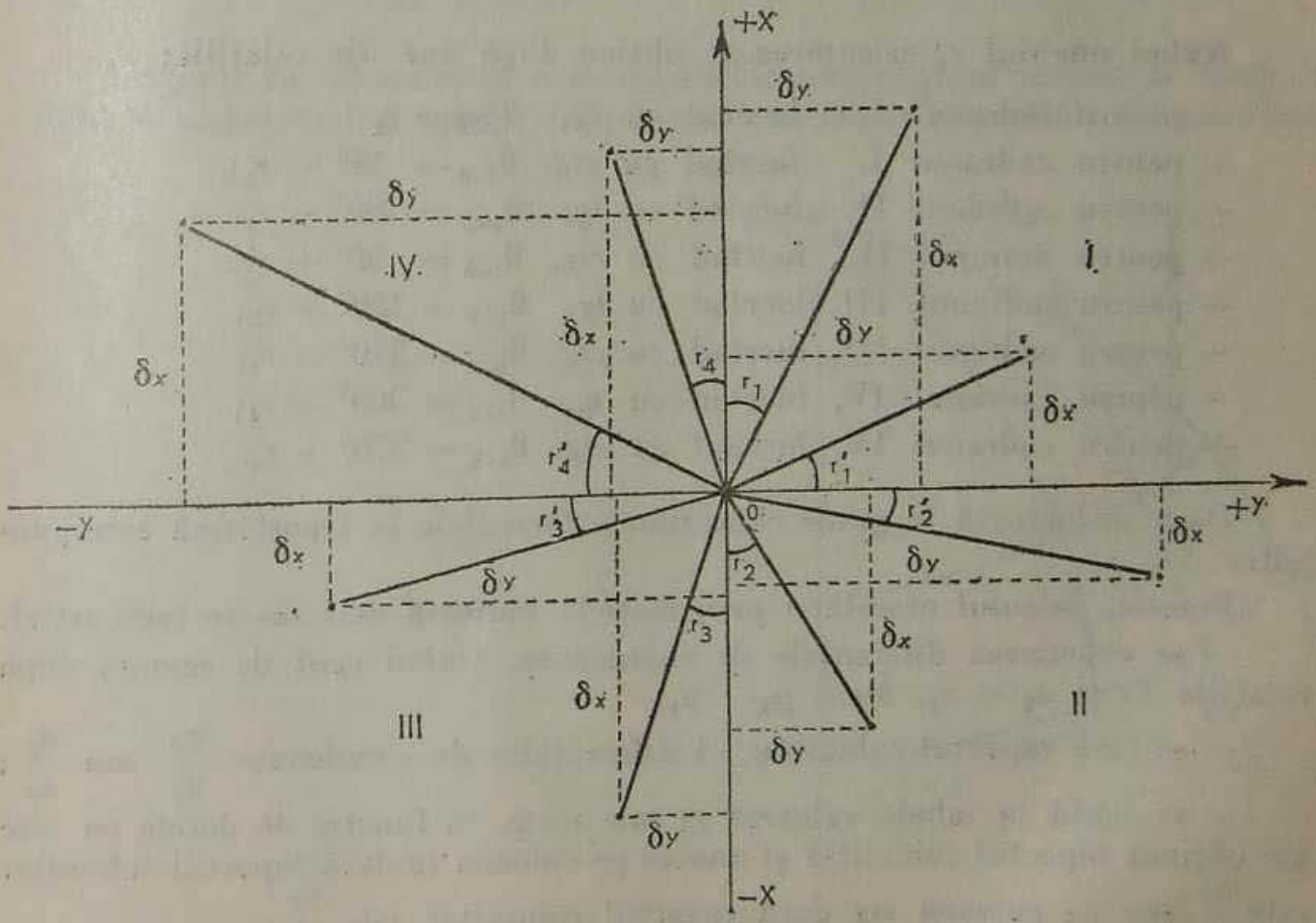


FIG. 197

Aplicînd relațiile de mai sus în cazul diferitelor poziții relative ale punctelor ce marchează orientarea se observă din figură că se obține unghiul pe care această direcție îl face cu axele de coordonate; cu axa x-ilor cînd lucrăm cu *tg* și cu axa y-ilor cînd lucrăm cu *ctg* (notăm aceste unghiuri cu r). Pentru a afla orientarea căutată se acționează asupra unghiului r obținut ca mai sus printr-o modificare a sa cu un număr de grade, în funcție de cadranul în care ne găsim (unghiul r se cunoaște în practică sub denumirea de „rumb").

Practic, dacă lucrăm cu *tg* sau cu *ctg* — acest lucru ni-l spune raportul diferențelor de coordonate ales, raport care trebuie să fie întotdeauna subunitar. Cînd raportul subunitar este obținut prin $\frac{\delta x}{\delta y}$ înseamnă că lucrăm cu *ctg*, iar cînd raportul subunitar este obținut prin $\frac{\delta y}{\delta x}$ înseamnă că lucrăm cu tg.

Cadranul în care ne găsim este dat de semnele diferențelor de coordonate, respectînd convenția de mai sus (diferențele să se calculeze scăzînd din coordonatele punctului doi pe cele ale punctului unu) și avînd în vedere regula de mai jos:

	$\frac{\delta x}{}$	$\frac{\delta y}{}$
— pentru cadranul I:	+	+
— pentru cadranul II:	—	+
— pentru cadranul III:	—	—
— pentru cadranul IV:	+	—

Avînd unghiul r, orientarea se obține după una din relațiile:

— pentru cadranul I, lucrînd cu *tg*, $\theta_{1-2} = r_1$;
— pentru cadranul I, lucrînd cu *ctg*, $\theta_{1-2} = 90° - r_1'$;
— pentru cadranul II, lucrînd cu *tg*, $\theta_{1-2} = 180° - r_2$;
— pentru cadranul II, lucrînd cu *ctg*, $\theta_{1-2} = 90° + r_2'$;
— pentru cadranul III, lucrînd cu *tg*, $\theta_{1-2} = 180° + r_3$;
— pentru cadranul III, lucrînd cu *ctg*, $\theta_{1-2} = 270° - r_3'$;
— pentru cadranul IV, lucrînd cu *tg*, $\theta_{1-2} = 360° - r_4$;
— pentru cadranul IV, lucrînd cu *ctg*, $\theta_{1-2} = 270° + r_4'$.

Dacă se lucrează în grade centezimale formulele se transformă corespunzător.

Practic, calculul orientării prin metoda indicată mai sus se face astfel:

— se calculează diferențele de coordonate, ținînd cont de semne, după relațiile $\delta x = x_2 - x_1$, $\delta y = y_2 - y_1$;

— se face raportul subunitar al diferențelor de coordonate $\frac{\delta x}{\delta y}$ sau $\frac{\delta y}{\delta x}$;

— se caută în tabele valoarea *tg* sau a *ctg*, în funcție de datele cu care am obținut raportul subunitar și anume pe coloana *tg* dacă raportul subunitar este $\frac{\delta y}{\delta x}$ sau pe coloana *ctg* dacă raportul subunitar este $\frac{\delta x}{\delta y}$;

— obținînd din tabele valoarea unghiului r se stabilește cadranul în care se găsește, în funcție de semnele diferențelor de coordonate;

— se calculează orientarea, folosind relația corespunzătoare *tg* sau *ctg* din cadranul în care ne aflăm.

Exemplu de calcul al orientării direcției între două puncte din coordonate:

$$1 \begin{cases} x_1 = 9.\,448{,}48; \\ y_1 = 6.\,732{,}02; \end{cases} \qquad 2 \begin{cases} x_2 = 7.\,049{,}74; \\ y_2 = 7.\,594{,}22. \end{cases}$$

Rezolvare:

$$\delta x = x_2 - x_1 = 7\,049{,}74 - 9.\,448{,}48 = -\,2\,398{,}74;$$

$$\delta y = y_2 - y_1 = 7.\,594{,}22 - 6.\,732{,}02 = +\,862{,}20;$$

$$\operatorname{tg} r = \frac{\delta y}{\delta x} = \frac{862{,}20}{2.\,398{,}74} = 0{,}359438;$$

$$r = 21^g 96^c 71^{cc};$$

$$\theta_{1-2} = 200^g - r = 200^g - 21^g 96^c 71^{cc} = 178^g 03^c 29^{cc}.$$

13.3 Calculul convergenței meridianelor în cazul proiecției Gauss

Unghiul de convergență a meridianelor este unghiul format de tangenta dusă la meridianul geografic în punctul considerat și paralela la meridianul

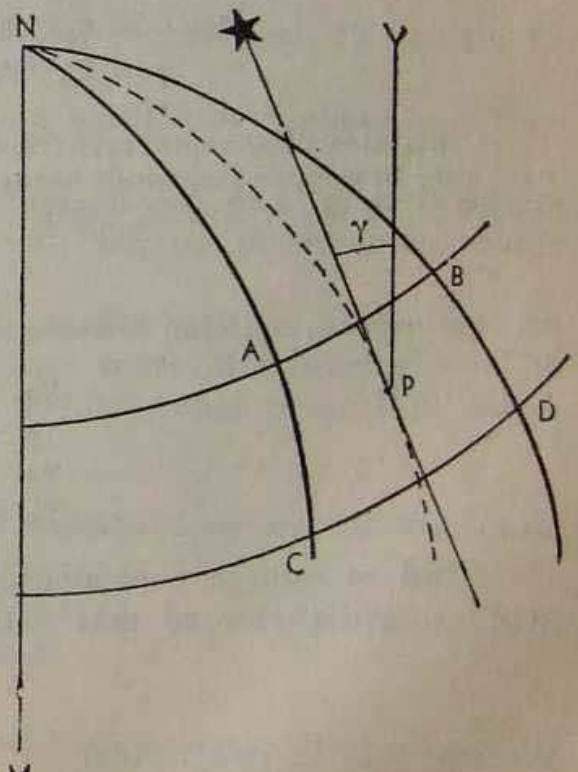


FIG. 198

axial al fusului din care face parte acest punct. Astfel, considerînd trapezul $A\ B\ C\ D$, situat în dreapta meridianului axial MN, unghiul de convergență a meridianelor, pentru punctul P,este unghiul γ.

Expresia analitică care dă unghiul γ din coordonate geografice este:

$$\gamma = (\lambda - \lambda_0) \sin \varphi,$$

în care λ și φ sînt coordonatele geografice ale punctului de stație, extrase de pe harta topografică în proiecție Gauss, la scările 1:25 000-1:100 000, iar λ_0 este longitudinea meridianului axial al fusului ce cuprinde punctul pentru care se face determinarea (21° sau 27°, pentru teritoriul țării noastre).

Calculele se ușurează lucrînd cu formula logaritmică:

$$\log \gamma = \log(\lambda - \lambda_0)^\circ + \log \sin \varphi.$$

Pe timpul calculelor se are în vedere transformarea diferenței de longitudine $\lambda - \lambda_0$ în grade și fracțiuni zecimale de grad.

Exemplu de calcul pentru rezolvarea problemei enunțată astfel: care este valoarea unghiului de convergență a meridianelor în punctul P de coordonate geografice $\varphi_p = 45°\,20'00''$ și $\lambda_p = 23°15'00''$, situat în fusul cu meridianul axial 21° (λ_0)?

Rezolvare:

$$\lambda_p - \lambda_0 = 23°15'00'' - 21°00'00'' = 2°15'00''.$$

Se transformă rezultatul $\lambda_p - \lambda_0$ în fracțiuni zecimale de grad; astfel: $15' : 60 = 0{,}250$; deci $(\lambda_p - \lambda_0)^\circ = 2^\circ{,}250$.

Se introduc datele în relația logaritmică de bază:

$$\log \gamma = \log(\lambda_p - \lambda_0)^\circ + \log \sin \varphi_p;$$
$$\log \gamma = \log 2{,}250 + \log \sin 45°20'00'';$$
$$\log \gamma = 0{,}3521825 + \overline{1}{,}8519970 = 0{,}2041795;$$
$$\gamma = 1^\circ{,}6002.$$

Cantitatea 6002 reprezintă fracțiuni zecimale de grad. Pentru a transforma această cantitate în minute și secunde sexagesimale se înmulțește cu 60; $0{,}6002 \times 60 = 36'{,}0120$; $0{,}0120 \times 60 = 0''{,}72 \approx 1''$, deci:

$$\gamma_p = 1°36'01''.$$

Se verifică, aplicînd formula nelogaritmată:

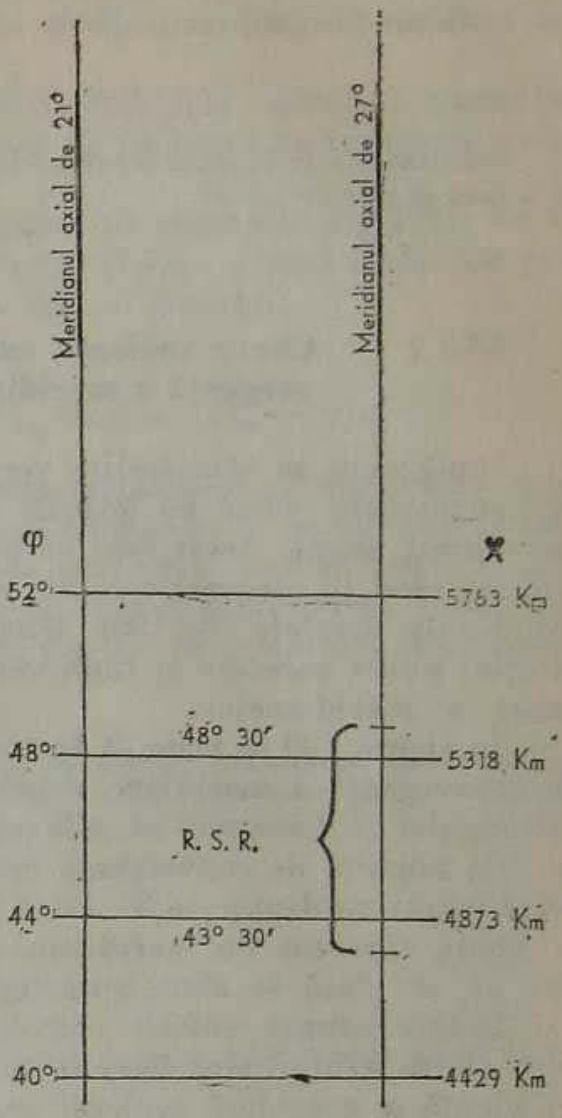
$$\gamma_p = (\lambda_p - \lambda_0)^\circ \sin \varphi_p;$$
$$\gamma_p = 2{,}250 \times 0{,}7112086;$$
$$\gamma_p = 1^\circ{,}6002;$$
$$\gamma_p = 1°36'01''.$$

Cînd se cunosc coordonatele rectangulare (x, y) ale punctului, convergența meridianelor se mai calculează și cu relația:

$$\gamma = k \cdot y,$$

în care $k = \frac{\rho'}{N_0} \operatorname{tg} \varphi_0 \cdot 1\,000$.

x	k	x	k	x	k
4800	0,5078	5000	0,5407	5200	0,5757
10	5094	10	5424	10	5775
20	5110	20	5442	20	5793
30	5126	30	5459	30	5812
40	5142	40	5476	40	5830
50	5158	50	5493	50	5848
60	5175	60	5510	60	5867
70	5191	70	5527	70	5885
80	5207	80	5544	80	5904
90	5224	90	5561	90	5922
4900	0,5240	5100	0,5579	5300	0,5941
10	5256	10	5597	10	5960
20	5273	20	5614	20	5979
30	5290	30	5632	30	5997
40	5306	40	5649	40	6016
50	5323	50	5667	50	6035
60	5340	60	5685	60	6054
70	5356	70	5703	70	6073
80	5373	80	5721	80	6093
90	5390	90	5739	90	6112
5000	0,5407	5200	0,5757	5400	0,6131



Valoarea coeficientului k se scoate din tabelul de mai sus, în funcție de valoarea abscisei x exprimată în km.

Tabelul de mai sus este suficient pentru țara noastră dacă avem în vedere schema alăturată tabelului.

În schemă sînt date latitudinile (φ) și abscisele (x) punctelor de intersecție ale cadrelor foilor hărții la scara 1:1 000 000, cu meridianele axiale de 21° și 27°.

Valoarea lui y din formula convergenței meridianelor se ia în km, cu o zecimală, dar se elimină mai întîi cifra care reprezintă fusul și apoi se scad 500 km. Așa de exemplu, dacă $Y = 5\ 417\ 039{,}3$, atunci $y = 417{,}0$ km $-$ $-$ 500 km $= -$ 83,0 km.

Exemplu de calcul al convergenței meridianelor cînd coordonatele rectangulare ale punctului sînt:

$$1 \begin{cases} x_1 = 4.\,860.\,179{,}0; \\ y_1 = 5.\,413.\,511{,}6. \end{cases}$$

Rezolvare:

$x_1 = 4860{,}2$; $y_1 = 413{,}5 - 500 = -86{,}5$; $k = 0{,}5175$ (această valoare s-a scos din tabelă, în funcție de x_1).

Aplicînd formula se obține:

$$\gamma = k \cdot y_1 = 0{,}5175\ (-86{,}5) = -44',8.$$

Rezultatul este în minute, avînd în vedere că valoarea lui k în tabel a fost calculată cu ρ luat în minute; deci:

$$\gamma = -0°44'48''.$$

13.3.1 Cîteva indicații asupra utilizării practice a unghiului de convergență a meridianelor

După cum se știe liniile verticale ale caroiajului rectangular formează cu meridianele, adică cu laturile de est și de vest ale cadrului foii hărții, un anumit unghi. Acest fapt se produce din cauză că meridianele converg la pol, pe cînd liniile verticale ale caroiajului rectangular, în limitele aceluiași fus, rămîn paralele (fig.199). Unghiul dintre meridianul geografic (adevărat) al unui punct oarecare și linia verticală a caroiajului este unghiul de convergență a meridianelor.

În figura 199 se vede că în toate punctele de pe meridianul axial unghiul de convergență a meridianelor este zero. Cu cît linia verticală a caroiajului rectangular (kilometric) se află mai departe de meridianul axial al fusului, cu atît unghiul de convergență este mai mare. Dar chiar la marginea fusului acest unghi nu depășește 3°. Dacă direcția nord a liniei verticale a caroiajului se abate spre est de meridianul geografic, avem convergență estică (cu semnul +), iar dacă se abate spre vest avem convergență vestică (cu semnul —).

Datele asupra valorii convergenței meridianelor (pentru colțul de sud-vest al trapezului) sînt înscrise pe marginea hărții (fig.200) și cu aproximație suficientă se consideră aceleași pentru toată foaia.

Cînd vrem să determinăm pe hartă o anumită direcție ne folosim de obicei de liniile verticale ale caroiajului rectangular (kilometric). Pentru acest lucru măsurăm unghiul între direcția nord a liniei verticale a caroiajului și direcția pe care vrem s-o determinăm. Acest unghi este unghiul de orientare

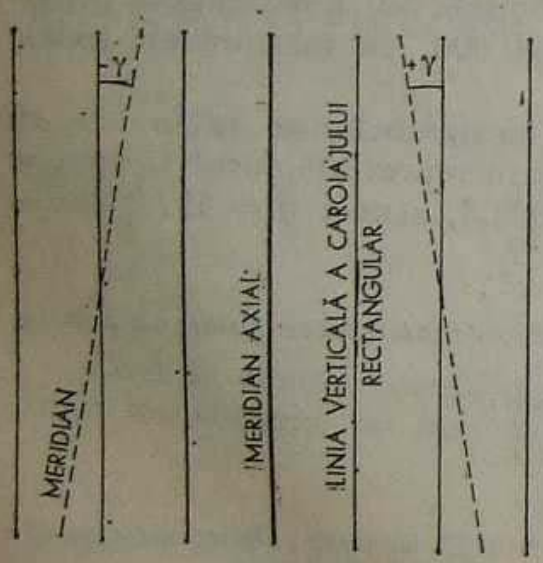


FIG. 199

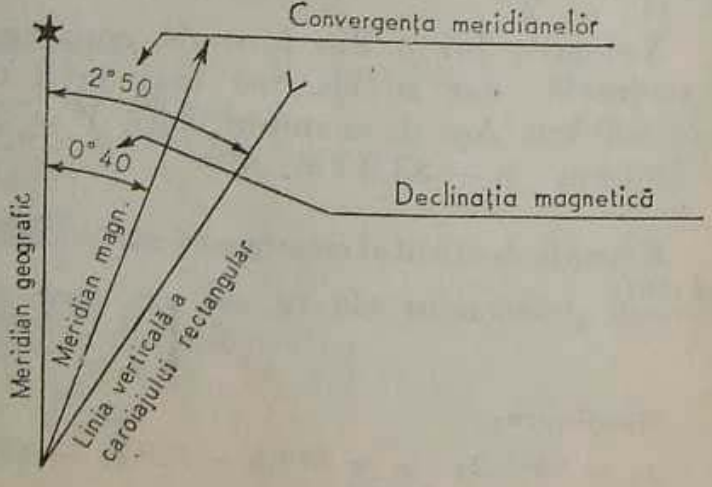


FIG. 200

a direcției respective și se măsoară în sensul mersului acelor unui ceasornic, de la 0° la 360°. Orientarea se poate calcula și din coordonate, așa cum am arătat mai înainte.

Direcțiile în teren sînt determinate, de obicei, prin azimutul magnetic. De aceea cînd vrem să aflăm în teren o direcție de pe hartă va trebui să transformăm orientările în azimut magnetic.

Să studiem această transformare cu următorul exemplu (fig.201): Se dă unghiul $K\ O\ M$, adică orientarea (θ) din punctul O spre pomul izolat; se cere să se determine azimutul magnetic (A_m) al acestei direcții.

Din figură se vede că:

$$A_m = \theta + (\gamma - D_m) \text{ sau } A_m = \theta - (D_m - \gamma).$$

Expresia din paranteză este diferența dintre unghiul de declinație magnetică (D_m) și unghiul de convergență (γ) a meridianelor și se numește corecția de direcție (C). Valorile din paranteză pot avea semne pozitive sau negative, de care trebuie să se țină seamă la aplicarea formulei. Deci, azimutul magnetic este egal cu diferența algebrică dintre orientarea unei direcții și corecția de direcție.

Exemplu de calcul avînd de rezolvat următoarea problemă: orientarea unei direcții $\theta = 45°14'17''$, declinația magnetică $D_m = -\ 7°30'$ (vest), convergența meridianelor $\gamma = +\ 2°30'$ (est); să se determine azimutul magnetic A_m al direcției.

Rezolvare:

$A_m = 0 - (D_m - \gamma)$;

$A_m = 45°14'17'' - [-\ 7°30' - (+2°30')] = 55°14'17''$.

Alt exemplu: $\theta = 45°14'17''$; $D_m = +\ 7°30'$ (est); $\gamma = -\ 2°30'$ (vest); să se determine A_m.

Rezolvare:

$A_m = 45°14'17'' - [7°30' - (-2°30')] = 35°14'17'$.

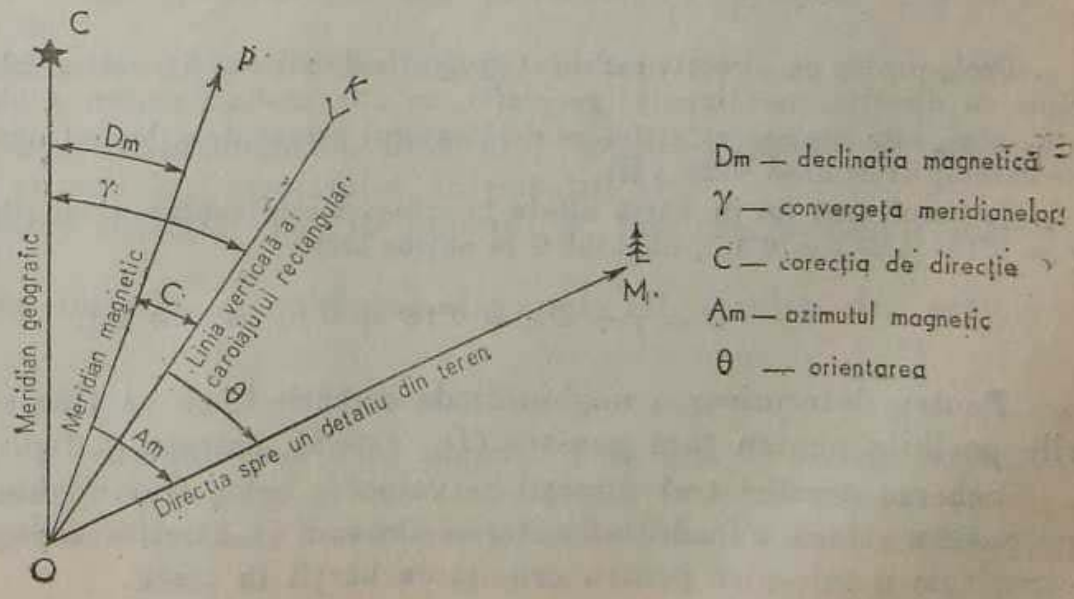


FIG. 201

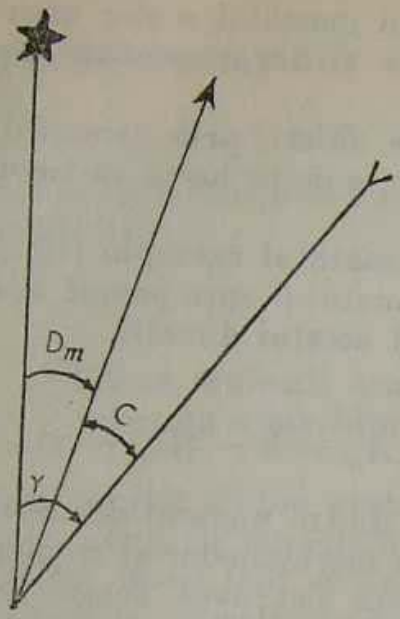


FIG. 202

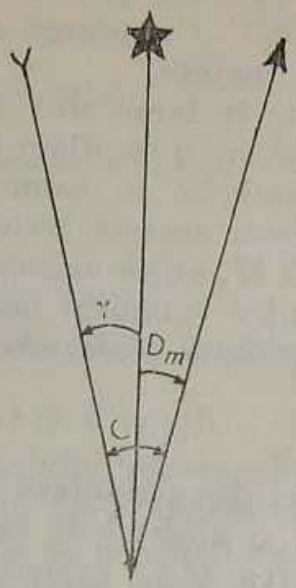


FIG. 203

Ținînd seama de valorile unghiului de declinație magnetică D_m și ale unghiului de convergență a meridianelor γ se determină valoarea C a corecției de direcție. Cu această valoare, citită pe declinatorul așezat în lungul liniilor verticale ale caroiajului rectangular, se obține planșeta (harta) orientată.

Exemplu: o foaie de hartă așezată pe planșetă și aflată în dreapta meridianului axial are următoarele valori calculate: $\gamma = 1°16'$, $D_m = 0°53'$; să se determine valoarea corecției de direcție C.

Rezolvare:

Se întocmește schema din figura 202. Se vede că:

$$C = \gamma - D_m = 1°16' - 0°53' = 0°23' \text{ vest.}$$

Deci, pentru ca direcția cadrului geografic de est sau de vest al hărții să se suprapună cu direcția meridianului geografic, cu alte cuvinte pentru a obține orientarea planșetei, este necesar să citim pe declinatorul așezat de-a lungul unei linii verticale de caroiaj diviziunea 0°23′ vest.

În cazul unei foi de hartă aflate în stînga meridianului axial (fig. 203), care are $\gamma = 0°18'$ și $D_m = 0°15'$, unghiul C se obține astfel:

$$C = \gamma + D_m = 0°18' + 0°15' = 0°33' \text{ est.}$$

Pentru determinarea unghiului de corecție C se va ține seamă de cazurile posibile pentru țara noastră (D_m estică), arătate în figura 204.

Schema acestor trei direcții și valoarea celor trei unghiuri sînt trecute pe partea stîngă a cadrului exterior de sud al hărților topografice, fapt ce constituie o înlesnire pentru orientarea hărții în teren.

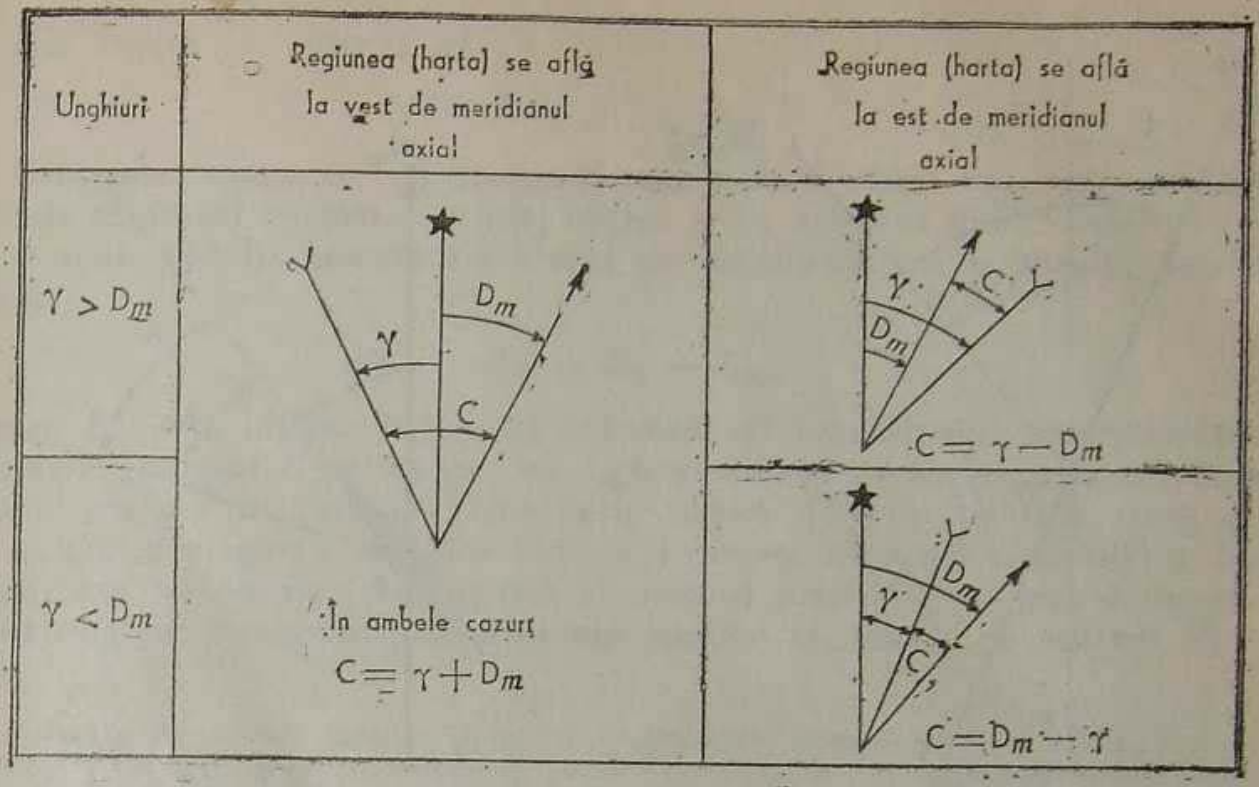


FIG. 204

13.4 Calculul azimutului unei direcții

13.4.1 Din coordonate rectangulare

În figura 205 s-au introdus următoarele notații:

$1\,(x_1, y_1)$, $2\,(x_2, y_2)$ } cele 2 puncte de coordonate rectangulare cunoscute;

NS — direcția meridianului geografic în punctul 1;

$x\,x'$ — axa x a caroiajului rectangular în punctul 1 (paralelă la meridianul axial al fusului);

$y\,y'$ — axa y a caroiajului rectangular în punctul 1 (paralelă la proiecția ecuatorului);

θ_{1-2} — orientarea direcției 1-2 în punctul 1, față de axa x a caroiajului rectangular;

γ — convergența meridianelor în punctul 1 (unghiul format de proiecția meridianului cu axa x a caroiajului, în punctul 1);

A_{1-2} — azimutul direcției 1-2 în punctul 1, față de proiecția meridianului geografic.

Din figură se observă că azimutul direcției 1-2 rezultă din relația simplă:

$$A_{1-2} = \theta_{1-2} \pm \gamma.$$

Semnul plus se întrebuințează cînd punctul 2 se află la est de meridianul axial al fusului, iar semnul minus cînd se află la vest. Orientarea se calculează cum s-a arătat la 13.2, iar convergența meridianelor, cum s-a arătat la 13.3.

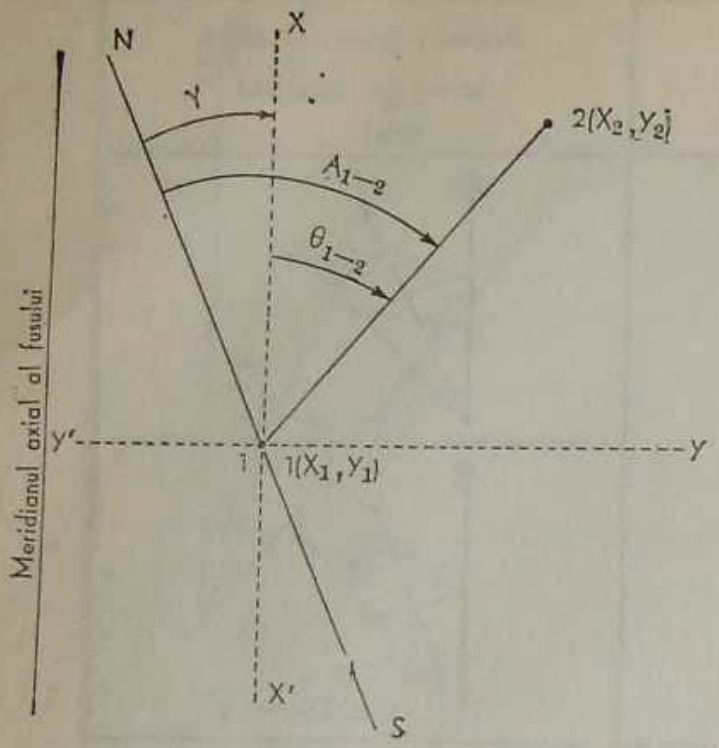


FIG. 205

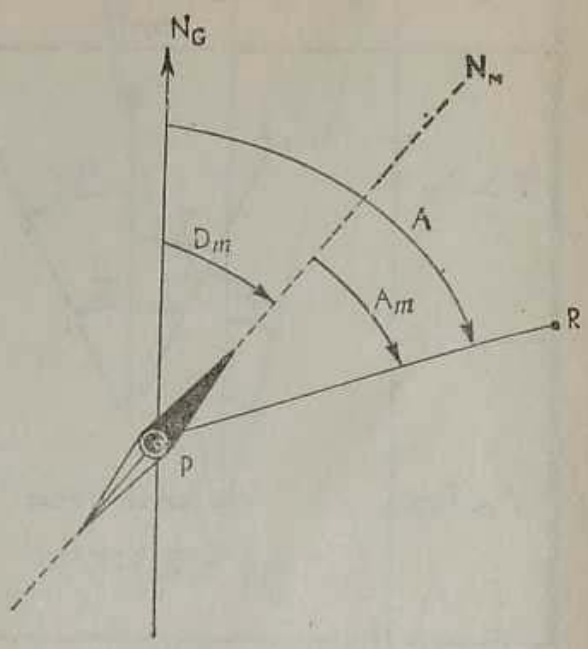


FIG. 206

Exemplu de calcul: se cere azimutul geografic în punctul 1, coordonatele rectangulare ale punctelor 1 și 2 fiind:

$$1\ \begin{cases} x = 4.\,860.\,179{,}0; \\ y = 5.\,413.\,511{,}6; \end{cases} \qquad 2\ \begin{cases} x = 4.\,862.\,426{,}6; \\ y = 5.\,417.\,039{,}3. \end{cases}$$

Rezolvare:

Întîi se calculează orientarea (θ_{1-2}):

$$\operatorname{ctg}\theta_{1-2} = \frac{\delta x}{\delta y} = \frac{+2.247{,}0}{+3.527{,}7} = 0{,}636959;$$

$$\theta_{1-2} = 57°30'17''.$$

Apoi se calculează convergența meridianelor (γ):

$x_1 = 4.\,860{,}2$ km; $y_1 = 413{,}5$ km $- 500$ km $= -86{,}5$ km; $k = 0{,}5175$ (din tabelul de la 13. 3). Aplicînd formula se obține:

$$\gamma = k \cdot y_1 = 0{,}5175\ (-86{,}5) = -44',8 = -0°44'48''.$$

Cele două valori astfel obținute se introduc în formula azimutului direcției:

$$A_{1-2} = \theta_{1-2} \pm \gamma = 57°30'17'' - 0°44'48'' = 56°45'29''.$$

13.4.2 Cu ajutorul busolei sau declinatorului

În figura 206 s-au introdus următoarele notații:

PN_G — direcția meridianului geografic;
PN_M — direcția meridianului magnetic;
A — azimutul geografic al direcției PR în punctul P;
A_m — azimutul magnetic al aceleiași direcții, în același punct;
D_m — declinația magnetică în punctul P.

Din figură se observă că:

$$A = A_m \pm D_m.$$

Declinația magnetică și azimutul magnetic se obțin așa cum s-a arătat la 13.3; azimutul magnetic se mai obține și cu ajutorul unui teodolit busolă sau a unui teodolit la care s-a atașat un declinator sau o busolă, folosind relația:

$$A_m = L_R - L_m,$$

în care L_R este citirea la cercul orizontal al teodolitului, corespunzătoare punctării reperului R cu luneta, iar L_m este citirea pe același cerc, corespunzătoare poziției în care acul magnetic indică direcția nordului magnetic.

Azimutul magnetic se poate obține și direct, orientînd aparatul cu declinatorul sau cu busola (zero aparat pe nordul magnetic) și citind direct în aparat unghiul înregistrat, după ce am punctat cu luneta pe reperul R.

Exemplu de calcul: într-un punct de coordonate geografice $\lambda = 25°55',4$ și $\varphi = 43°52',3$ s-a măsurat cu un teodolit, la care era atașată o busolă, azimutul magnetic al unei direcții, găsindu-se $A_m = 54°25'$; declinația magnetică în acel punct era $D_m = 2°20'$. Se cere să se calculeze azimutul geografic.

Rezolvare:

$$A = A_m + D_m = 54°25' + 2°20' = 56°45'.$$

Precizăm că azimutul geografic se poate obține și direct, prin metoda giroscopică. În acest caz, cu ajutorul giroteodolitului instalat în punctul P se poate determina în circa 30-45 minute valoarea azimutului geografic al direcției PR, cu o precizie de 0',25-2',0, corespunzătoare tipului de aparat folosit.

Dar valoarea azimutului unei direcții se mai poate determina cu precizie de 0',1-1',0 și pe cale astronomică, prin observarea Soarelui sau Stelei Polare cu un teodolit obișnuit.

Trecerea de la azimutul geografic al unei direcții, obținut pe cale giroscopică sau astronomică, la orientarea direcției respective se face cu formula $\theta = A \pm \gamma$ dedusă din figura 206.

Sintetizînd cele tratate la 13.2, 13.3 și 13.4, menținînd notațiile și sensul lor, rezultă următoarele relații de legătură, în funcție de datele avute la îndemînă:

$$\text{a)}\ \operatorname{tg}\theta = \frac{\delta y}{\delta x} \text{ sau } \operatorname{ctg}\theta = \frac{\delta x}{\delta y}$$

dă *orientarea din coordonate rectangulare*, cu o precizie care poate atinge 0",1, în funcție de precizia coordonatelor folosite.

$$\text{b)}\ \gamma = (\lambda - \lambda_0)^\circ \sin\varphi$$

dă cu o precizie de 0',1, *unghiul de convergență a meridianelor din coordonate geografice*, scoase de pe harta la scările 1:25 000-1:100 000.

c) $\gamma = k \cdot y$

dă *unghiul de convergență a meridianelor din coordonate rectangulare*, obținut cu o precizie de 0′,1.

d) $A_m = 0 - (D_m - \gamma)$

unde $D_m - \gamma = C$ (corecția de direcție), dă *azimutul magnetic din orientare*, folosind declinația magnetică și unghiul de convergența meridianelor; precizia ce se obține este în funcție de precizia orientării și a corecției de direcție, și poate atinge 3′-4′.

e) $A = 0 \pm \gamma$

dă cu o precizie care atinge 0′,1, *azimutul geografic din orientare*, folosind unghiul de convergență a meridianelor.

f) $A = A_m \pm D_m$

dă cu o precizie de la 3′-4′ pînă la 0°,5, *azimutul geografic din azimutul magnetic*, folosind unghiul de declinație magnetică.

g) $0 = A \pm \gamma$

dă cu o precizie de 0′,1-1′,0 *orientarea din azimutul geografic* măsurat direct, folosind unghiul de convergență a meridianelor.

13.5 Reducerea la orizont a distanțelor înclinate

Se ivește adesea nevoia ca o distanță măsurată pe teren, care cel mai frecvent se găsește într-un plan înclinat, să fie adusă în plan orizontal.

În figura 207 s-a notat:

$AB = L$ — distanța măsurată pe teren;

$AC = D$ — distanța redusă în planul orizontal;

α — unghiul de pantă;

δh — diferența de nivel între punctele ce marchează capetele distanței.

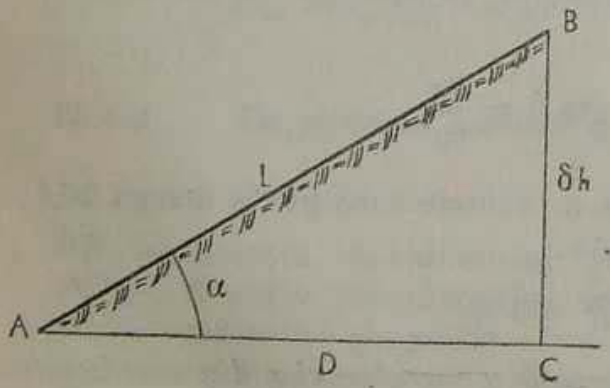


FIG. 207

Din figură se vede ușor că, măsurîndu-se unghiul de pantă α, relația care dă distanța pe orizontală este:

$$D = L \cos \alpha.$$

Fie, de exemplu, $L = 135{,}70$ m și $\alpha = 5°30'$; $\cos \alpha = 0{,}995396$. În acest caz,

$$D = L \cos \alpha = 135{,}70 \times 0{,}995396 = 135{,}08 \text{ m}.$$

Se observă că este vorba de o corecție ce trebuie aplicată distanței înclinate pentru a o reduce la orizont; această corecție poartă numele de corecția de reducere la orizont. Ea are totdeauna semnul minus și rezultă din relația:

$$c = -(L-D) = -(L-L\cos\alpha) = -L(1-\cos\alpha) = -2L\sin^2\frac{\alpha}{2}.$$

Cu formula de mai sus, dîndu-se lui L și α diferite valori, s-au întocmit tabele de corecție pentru reducerea la orizont a distanțelor înclinate (corecțiile rezultă în mm).

Unghiul de pantă	Lungimea măsurată pe pantă (m)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1°00′	2	3	5	6	8	9	11	12	14	15
1°30′	3	7	10	14	17	20	24	27	30	34
2°00′	6	12	18	24	30	37	43	49	55	61
2°30′	10	19	29	38	48	57	67	76	86	95
3°00′	14	27	41	55	69	82	96	110	124	137
3°30′	19	37	56	75	94	112	131	149	168	187
4°00′	24	49	73	98	122	146	171	195	220	244
4°30′	31	62	92	123	154	185	216	246	277	308
5°00′	38	76	114	152	190	229	267	305	343	381
5°30′	46	92	138	184	230	276	322	368	414	460
6°00′	55	110	164	219	274	329	384	438	493	548

Exemplu: pentru $L = 135{,}70$ m și $\alpha = 5°30'$ se extrage din acest tabel:

— pentru 100 m .....460 mm;
— pentru 30 m .....138 mm;
— pentru 5 m ..... 23 mm (230:10);
— pentru 0,70 m ..... 3 mm (322:100).

Pentru 135,70 m ..... 624 mm.

Rezultă: $D = L - c = 135{,}70$ m $- 0{,}62$ m $= 135{,}08$ m.

Corecțiile de reducere la orizont se pot afla și cu ajutorul unei nomograme, construită pe baza formulei $c = 2L\sin^2\frac{\alpha}{2}$.

Reducerea la orizont a distanțelor înclinate se poate face și fără măsurarea unghiului de pantă dacă se cunoaște diferența de nivel δh. Din figura 207 se vede că:

$$D = \sqrt{L^2 - (\delta h)^2}.$$

Exemplu: aplicînd această formulă pentru $L = 180$ m și $\delta h = 12$ m, vom avea:

$$D = \sqrt{L^2 - (\delta h)^2} = \sqrt{180^2 - 12^2} = 179{,}6 \text{ m}.$$

13.6 Calculul cotelor punctelor

Determinarea altitudinilor punctelor de pe suprafața Pămîntului, indiferent dacă sînt apropiate sau îndepărtate, se face din aproape în aproape, prin aflarea diferenței de altitudine (numită și diferență de nivel) între două puncte vecine. Diferența de nivel se adună sau se scade din altitudinea (cota) cunoscută a punctului din urmă, în funcție de înălțimea lui relativă. Altitudinea punctului cunoscut este determinată prin nivelment de precizie, pornind de la un reper zero fundamental, reper determinat și el în funcție de nivelul mediu al unei mări (pentru țara noastră Marea Neagră).

Determinarea diferenței de nivel se poate face:

— prin nivelment geometric, cu ajutorul vizei orizontale a unui aparat de nivelment (orizontalizarea aparatului se face cu o nivelă);

— prin nivelment trigonometric, cu ajutorul vizei înclinate, măsurîndu-se unghiul vertical sau unghiul de pantă cu un teodolit sau alt aparat (instrument) cu asemenea posibilități;

— prin nivelment fizic, cu ajutorul barometrelor, procedeu care se bazează pe principiul că altitudinile punctelor sînt în raport invers cu presiunile atmosferice în punctele respective.

13.6.1 Nivelment geometric

13.6.1.1 *Nivelment geometric de mijloc*

În figura 208 s-au folosit următoarele notații:

A — punctul de cotă cunoscută (punct înapoi);
B — punctul a cărui cotă dorim s-o determinăm (punct înainte);
H_A — cota punctului A (cunoscută);
H_B — cota punctului B (de determinat);
n — citirea pe mira A, cu aparatul orizontal;
v — citirea pe mira B, cu aparatul orizontal;
I — aparatul de nivelment;
d_A — distanța de la aparat la A;
d_B — distanța de la aparat la B;
δh — diferența de nivel între A și B.

Din figură se vede ușor că diferența de nivel δh dintre cele 2 puncte este dată de relația:

$$\delta h = n - v,$$

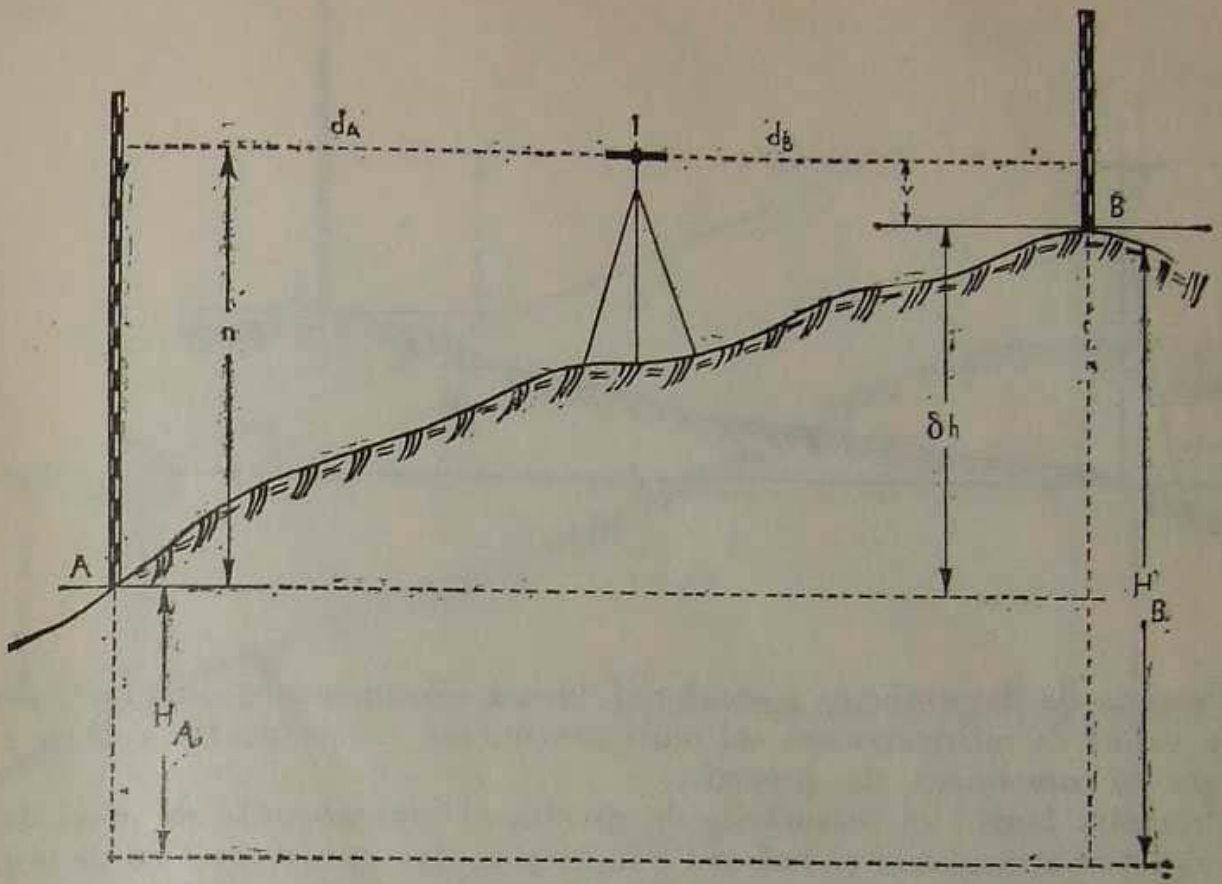


FIG. 208

valabilă și în cazul cînd punctul B este mai jos ca punctul A. În toate cazurile din citirea înapoi se scade citirea înainte.

Tot din figură se vede cu ușurință că pentru a afla cota punctului B se folosește relația:

$$H_B = H_A + \delta h,$$

în care δh se ia cu semnul algebric rezultat din relația anterioară (observăm că se adună cînd punctul B este mai sus ca punctul A și se scade cînd punctul B este mai jos ca punctul A).

13.6.1.2 *Nivelment geometric înainte*

Se observă că în acest caz:

$$\delta h = i - v,$$

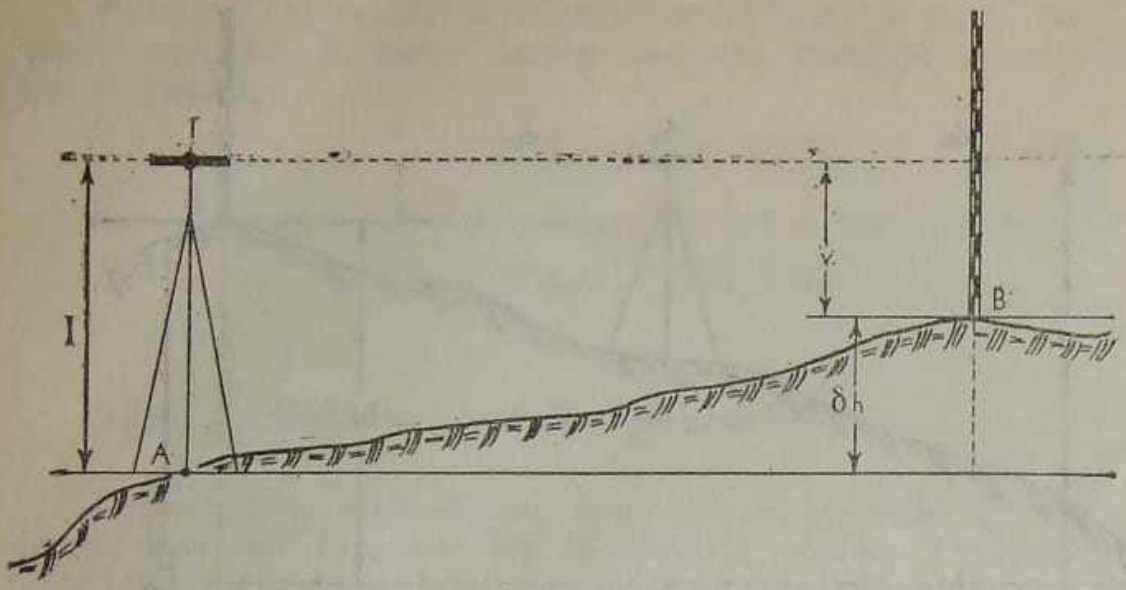
unde i este înălțimea aparatului așezat chiar în punctul A, iar

$$H_B = H_A + \delta h;$$

δh este pozitivă sau negativă, în aceleași condiții ca la nivelmentul de mijloc.

Se înțelege că pentru ambele metode distanța între aparat și punctele respective este în funcție de posibilitatea de a citi pe miră și de aparatul folosit. Dacă distanța între punctele A și B este mai mare se fac mai multe stații intermediare, în fiecare stație efectuînd măsurările și calculele arătate mai sus.

FIG. 209



Precizia de determinare a cotelor, folosind nivelmentul geometric, poate atinge valori de milimetri sau cel mult centimetri, motiv pentru care se mai numește și nivelment de precizie.

Precizăm faptul că măsurările de nivelment sînt afectate de erori datorită refracției atmosferice și curburii Pămîntului, dar în nivelmentul de mijloc nu se ține cont de ele, deoarece efectul lor se anulează prin așezarea aparatului la mijlocul distanței dintre cele două puncte. La nivelmentul înainte trebuie aplicate corecții de sfericitate și refracție dacă urmărim o precizie maximă. Despre influența acestor erori vom vorbi la nivelmentul trigonometric.

13.6.2 Nivelment trigonometric

Presupunem că trebuie determinată diferența de nivel δh dintre punctele A și B (fig. 210) de pe teren.

În punctul A se instalează un aparat de măsurat unghiuri verticale, a cărui înălțime i se măsoară. În punctul B se instalează vertical un semnal sau o mină M, cu înălțimea cunoscută l. Se îndreaptă axa de vizare a lunetei la partea superioară a semnalului M și se măsoară unghiul vertical α.

Dacă distanța orizontală dintre punctele A și B este D, atunci $MN = d \cdot tg\, \alpha$.

Din figura 210 rezultă că:

$$\delta h + l = D \cdot \mathrm{tg}\, \alpha + i, \quad \text{iar}$$

$$\delta h = D \cdot \mathrm{tg}\, \alpha + i - l.$$

Dacă în punctul B se așază un semnal egal cu înălțimea aparatului, atunci $i = l$ și formula se reduce astfel:

$$\delta h = D \cdot \mathrm{tg}\, \alpha.$$

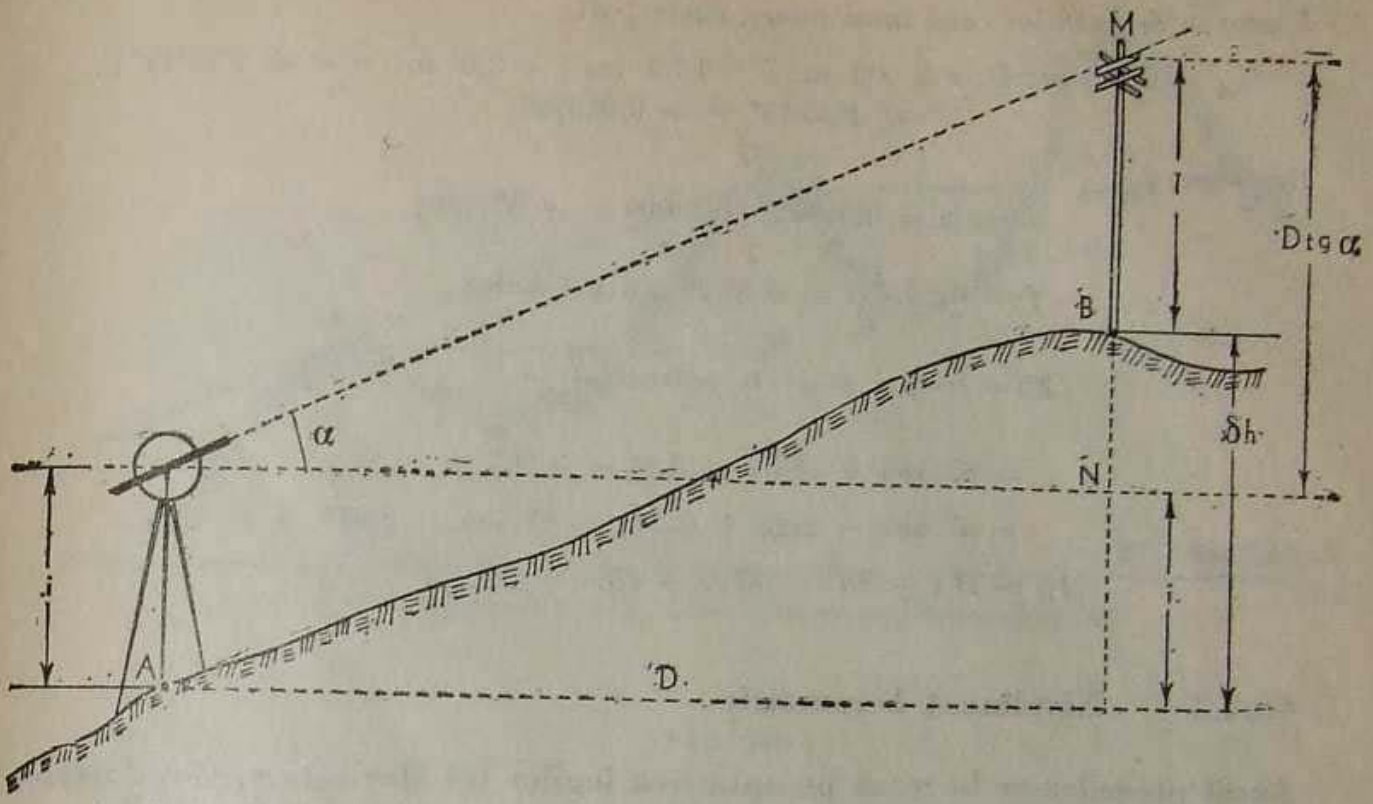


FIG. 210

De reținut că pentru precizii mai mari este necesar să ținem cont de influența refracției atmosferice și a curburii Pămîntului. Însumarea acestor corecții are următoarea expresie:

$$f = 0{,}43 \frac{D^2}{R},$$

unde R este raza Pămîntului.

În acest caz formula nivelmentului trigonometric devine:

$$\delta h = D \cdot \operatorname{tg} \alpha + (i - l) + 0{,}43 \frac{D^2}{R} \quad \text{sau}$$

$$\delta h = D \cdot \operatorname{tg} \alpha + 0{,}43 \frac{D^2}{R}.$$

Expresia $D.\operatorname{tg}\alpha$ are semnul plus dacă punctul B este mai sus ca punctul A și semnul minus cînd B este mai jos ca A.

Trebuie reținut că corecția de refracție și curbură $0{,}43 \frac{D^2}{R}$ la o distanță de 400 m ajunge la un centimetru, de unde rezultă că la nivelmentul trigonometric această corecție trebuie introdusă numai la distanțe mai mari de 400 m.

Atît pentru produsul $D \cdot \operatorname{tg} \alpha$, cît și pentru corecția de refracție și curbură s-au întocmit tabele speciale care dau direct aceste valori.

Precizia de determinare a cotelor prin nivelment trigonometric este de mărimea 0,1 m la 1,0 m.

Exemplu de calculul cotei unui punct, cunoscînd:

$$H_A = 237{,}4 \text{ m}; \; D = 2\,000 \text{ m}; \; i = 1{,}32 \text{ m}; \; l = 3{,}6 \text{ m}; \; \alpha = +2°30'15'';$$
$$\operatorname{tg} 2°30'15'' = +0{,}043727.$$

Rezolvare:

$$D \cdot \operatorname{tg} \alpha = 0{,}043727 \times 2\,000 = +87{,}454;$$

$$f = 0{,}43 \frac{D^2}{R} = +0{,}264, \text{ din tabele;}$$

$$\delta h = D \cdot \operatorname{tg} \alpha + (i - l) + 0{,}43 \frac{D^2}{R} =$$

$$= 87{,}454 + (1{,}32 - 3{,}6) + 0{,}264 =$$

$$= 87{,}454 - 2{,}28 + 0{,}264 = 87{,}454 - 2{,}016 = 85{,}438.$$

$$H_B = H_A + \delta h = 237{,}4 + 85{,}4 = 322{,}8.$$

13.6.3 Nivelment barometric

Acest procedeu se bazează pe aplicarea legilor lui Mariotte și Gay-Lussac, care arată că presiunea atmosferică descrește proporțional cu înălțimea.

Formula cu care se calculează diferența de nivel dintre două stații, folosind barometrul cu mercur, este:

$$\delta h = 1\,608 \cdot \left[\left(1 + 2\frac{t_1 + t_2}{1\,000} \right) \cdot \left(\frac{p_2 - p_1}{p_2 + p_1} \right) \right].$$

Exemplu de calcul, avînd următoarele date obținute din măsurări:

$$p_1 = 540 \text{ mm}; \; p_2 = 710 \text{ mm}; \; t_1 = 2°; \; t_2 = 17°.$$

Rezolvare:

$$\delta h = 1\,608 \cdot \left[\left(1 + \frac{2 \cdot 19}{1\,000} \right) \cdot \left(\frac{710 - 540}{1\,250} \right) \right] = 1\,608 \times 1{,}038 \times 0{,}136 = 2\,270 \text{ m}.$$

13.7 Calculul vizibilității dintre două puncte

Anumite nevoi militare impun a se cunoaște dacă între două puncte din teren există vizibilitate. Cu ajutorul unei hărți, de pe care se scot cotele punctelor între care se calculează vizibilitatea, se obține ușor rezolvarea acestei probleme.

În figura 211 s-au introdus următoarele notații:

A,B — cele două puncte între care se calculează vizibilitatea;
P — punct intermediar, obstacol;
H_1 — cota punctului A în metri;
H_2 — cota punctului B în metri;
H_p — cota obstacolului în metri;
D_1 — distanța de la punctul A la obstacol, în kilometri;
D_2 — distanța de la punctul B la obstacol, în kilometri.

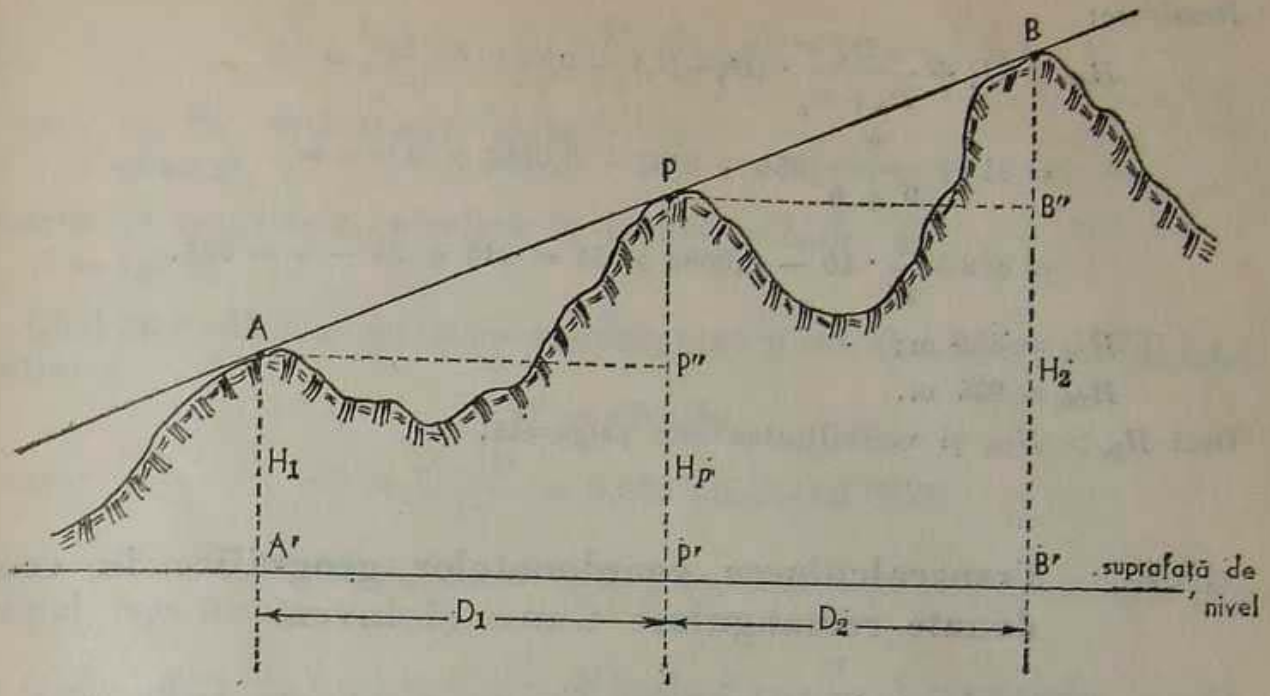


FIG. 211

Folosind relația:

$$H_p = H_1 \frac{D_1}{D_1 + D_2} (H_2 - H_1)$$

se obține prin calcule cota obstacolului. Dacă această cotă este mai mare decît cota obstacolului luată de pe hartă înseamnă că între cele două puncte există vizibilitate.

Această relație este valabilă în cazul distanțelor mici. Pentru distanțe mai mari în calculele respective trebuie să luăm în considerație influența curburii Pămîntului și refracției atmosferice.

În acest caz formula devine:

$$H_p = H_1 + \frac{D_1}{D_1 + D_2} \cdot (H_2 - H_1) - 0{,}0683 \cdot D_1 \cdot D_2.$$

Pentru prescurtare notăm cu:

H_{pc} = cota calculată a obstacolului;

H_{ph} = cota obstacolului luată de pe hartă.

Condiția de vizibilitate este:

$$H_{pc} > H_{ph}.$$

Exemplu de calcul al vizibilității între două puncte: se obțin de pe hartă următoarele date ale punctelor:

$$A \begin{cases} H_1 = 816 \text{ m}; \\ D_1 = 9 \text{ km}; \end{cases} \qquad B \begin{cases} H_2 = 856 \text{ m}; \\ D_2 = 6 \text{ km}. \end{cases}$$

Să se stabilească vizibilitatea între ele, știind că pe aliniament este un alt punct avînd cota $H_{ph} = 834$ m.

Rezolvare:

$$H_{Pc} = H_1 + \frac{D_1}{D_1 + D_2} \cdot (H_2 - H_1) - 0{,}0683 \cdot D_1 \cdot D_2 =$$

$$= 816 + \frac{9}{9+6}(856 - 816) - 0{,}0683 \times 9 \times 6 =$$

$$= 816 + \frac{9}{15} \cdot 40 - 0{,}0683 \times 54 = 816 + 24 - 4 = 836.$$

$H_{pc} = 836$ m;

$H_{ph} = 834$ m.

Deci $H_{pc} > H_{ph}$ și vizibilitatea este asigurată.

13.8 Transcalcularea coordonatelor geografice în coordonate rectangulare Gauss și invers

Transcalcularea coordonatelor geografice în coordonate rectangulare și invers este o metodă ce se folosește în lucrările geo-topografice și cartografice. Rezolvarea unei asemenea probleme se poate efectua fie cu mașina de calculat fie logaritmic. Formulele de calcul se adaptează după caz, pentru mașina de calculat sau pentru calculul logaritmic.

Dat fiind faptul că transcalcularea coordonatelor cu mașina de calcul presupune tabele cu anumiți coeficienți calculați dinainte, în exemplul de față se va folosi metoda logaritmică.

13.8.1 Transcalcularea coordonatelor geografice în coordonate rectangulare

Formule de calcul:

$$x = B + \frac{\lambda^2}{2\rho^2} N \cos\varphi \sin\varphi;$$

$$y = \frac{\lambda}{\rho} N \cos\varphi + \frac{\lambda^3}{\rho^3} N \cos^3\varphi (1 - t^2 + \eta^2).$$

Pentru lucrările geo-topografice și cartografice formulele de calcul cu ajutorul logaritmilor capătă forma:

$$x = B + T,$$

în care:

B — lungimea în metri a arcului de meridian de la ecuator pînă la paralela punctului considerat și se poate obține din „Tăblița cu mărimi geodezice de bază";

$$T = \frac{\lambda^2}{2\rho^2} N \cos\varphi \sin\varphi;$$

ρ — numărul de secunde al unui radian ($\rho'' = 206264{,}7$; $\rho' = 3437{,}7$; $\rho^\circ = 57^\circ{,}29$)

și:
$$y = \frac{\lambda}{\rho} N \cos\varphi + \frac{\lambda^3}{6\rho^3} N \cos^3\varphi(1 - t^2 + \eta^2),$$

în care se fac următoarele notații:

$1 + \eta^2 = v^2$,

valoarea ce se găsește calculată în tabele speciale, și

$t^2 = \operatorname{tg}^2 \varphi$.

Cînd nu se dispune de tabele speciale pentru calculul lui v poate fi folosită relația:

$$\eta^2 = e'^2 \cos^2\varphi,$$

în care:
$$e'^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2} = 0{,}006738525414683 48.$$

Cu notațiile de mai sus formula se poate pune sub o formă simplă pentru calculul logaritmic și anume:

$$y = \frac{\lambda}{\rho} N \cos\varphi + \frac{\lambda^3}{6\rho^3} N \cos^3\varphi v^2 - \frac{\lambda^3}{6\rho^3} N \cos\varphi \sin^2\varphi$$

sau, notînd fiecare termen cu T, avem:

$$y = T_1 + T_2 - T_3.$$

Pentru ușurarea lucrărilor de calcule formulele se întabelează și capătă forma de mai jos, din care rezultă valoarea abscisei x și ordonatei y. În calcule, longitudinea punctului considerat se exprimă prin diferența dintre longitudinea meridianului axial și longitudinea acestuia.

Calculul valorii x

Nr. crt.	Termenii formulei	Punctul de coordonate: $\varphi = 44°40'$; $\lambda = 25°00'$. λ în calcul = $= 27°00' - 25°00' = 2°00'$.	Observații
1	$2 \log \lambda$	0,6020600	
2	colog 2	$\bar{1}$,6989700	
3	$2 \operatorname{colog} \rho$	$\bar{4}$,4837548	
4	$\log N$	6,8054207	Se obține din „Tăblița cu mărimi geodezice de bază“.
5	$\log \cos \varphi$	$\bar{1}$,8519970	
6	$\log \sin \varphi$	$\bar{1}$,8469436	
7	$\log T$	3,2891461	
8	T	1 946,015	
9	B	4 947 988,814	
10	X_m	4 949 934,829	

Calculul valorii y

Nr. crt.	Termenii formulei	Punctul de coordonate: $\varphi = 44°40'$; $\lambda = 25°00'$. λ în calcul = $= 27°00' - 25°00' = 2°00'$.	Obs.
1	$\log \lambda$	0,3010300	
2	$\operatorname{colog} \rho$	$\bar{2}$,2418774	
3	$\log N$	6,8054207	
4	$\log \cos \varphi$	$\bar{1}$,8519970	
5	$\log T_1$	5,2003251	
6	T_1	158 607,993	
7	$3 \log \lambda$	0,9030900	
8	colog 6	$\bar{1}$,2218488	
9	$3 \operatorname{colog} \rho$	$\bar{6}$,7256322	
10	$\log N$	6,8054207	
11	$3 \log \cos \varphi$	$\bar{1}$,5559910	
12	$2 \log v$	0,0014778	
13	$\log T_2$	1,2134605	
14	T_2	16,348	
15	$3 \log \lambda$	0,9030900	
16	colog 6	$\bar{1}$,2218488	
17	$3 \operatorname{colog} \rho$	$\bar{6}$,7256322	
18	$\log N$	6,8054207	
19	$\log \cos \varphi$	$\bar{1}$,8519970	
20	$2 \log \sin \varphi$	$\bar{1}$,6938872	
21	$\log T_3$	1,2018759	
22	T_3	15,917	
23	$y_m = T_1 + T_2 - T_3$	158 608,424	

Pentru a nu se lucra cu valori pozitive sau negative, la valoarea calculată a lui y se adaugă sau se scad 500 000 m, după cum punctul se află într-o foaie de hartă la dreapta sau la stînga meridianului axial. În cazul de față, punctul găsindu-se într-o foaie de hartă la stînga meridianului axial de 27° (fusul 35), valoarea calculată se scade din 500 000 m.

13.8.2 Transcalcularea coordonatelor rectangulare în coordonate geografice

Formule de calcul:

$$\varphi = \varphi_1 + \frac{\rho}{2N^2} t(-1-\eta)^2,$$

în care φ_1 este valoarea cea mai apropiată a lui φ, corespunzătoare lui x pentru valoarea lui B și se obține din „Tăbliță cu mărimi geodezice de bază" și:

$$\lambda = \frac{\rho}{N\cos\varphi} y = \frac{\rho}{6N^3\cos\varphi}(1-2t^2-\eta^2)y^3.$$

Pentru lucrările geo-topografice și cartografice formulele de calcul cu ajutorul logaritmilor capătă forma:

$$\varphi = \varphi_1 - \frac{\rho t y^2 v^2}{2N^2}$$

sau:

$$\varphi = \varphi_1 - T, \text{ în care } T = \frac{\rho t y^2 v^2}{2N^2} \text{ și:}$$

$$\lambda = \frac{\rho}{N\cos\varphi} y + \frac{\rho}{6N^3\cos\varphi}(-1-2t^2-\eta^2)y^3$$

sau:

$$\lambda = \frac{y^3}{6N^3\cos\varphi} 2t^2 - \frac{\rho y^3}{6N^3\cos\varphi} v^2 + \frac{\rho y}{N\cos\varphi}.$$

Notînd fiecare termen cu T se obține:

$$\lambda = T_1 - T_2 + T_3.$$

Calculul valorii φ

Nr. crt.	Termenii formulei	$x = 4\,949\,934{,}829$ $y = 158\,608{,}424$	Obs.
1	log ρ''	5,3144251	
2	log tg φ	$\bar{1}$,9951993	
3	2 log y	10,4006524	
4	2 log v	0,0014766	
5	colog 2	$\bar{1}$,6989700	
6	2 colog N	$\overline{14}$,3891586	
7	log T	1,7998820	
8	T''	63,08	
9	$T^{\circ\prime}$	0°01′	
10	φ_1	44°41′	
11	φ	44°40′	

Calculul valorii λ

Nr. crt.	Termenii formulei	$x = 4\,949\,934{,}829$ $y = 158\,608{,}424$	Obs.
1	log ρ	5,3144251	
2	3 log y	15,6009786	
3	log 2	0,3010300	
4	2 log tg φ	$\bar{1}$,9903986	
5	colog 6	$\bar{1}$,2218488	
6	3 colog N	$\overline{21}$,5837379	
7	colog cos φ	0,1481279	
8	log T_1	0,1605469	
9	T_1	1,4	
10	log ρ''	3,3144251	
11	3 log y	15,6009786	
12	colog 6	$\bar{1}$,2218488	
13	3 colog N	$\overline{21}$,5837379	
14	colog cos φ	0,1481279	
15	2 log v	0,0014768	
16	log T_2	$\bar{1}$,8705951	
17	T_2	0,7	
18	log ρ''	5,3144251	
19	log y	5,2003262	
20	colog N	$\bar{7}$,1945793	
21	colog cos φ	0,1481279	
22	log T_3	3,8574585	
23	T_3	7202,1	
24	$T_1 - T_2 + T_3$	7200,0	
25	λ''	7200,0	
26	$\lambda^{\circ\prime}$	2°0′	
27	λ	2°0′	

Tabel de transformare a gradelor, minutelor și secundelor sexagesimale în grade, minute și secunde centezimale

00°	0g.000 000	50°	55g.555 556	00′	0g.000 000	00″	0g.000 000	50″	0g.015 432
01	1 .111 111	51	56 .666 667	01	0 .018 519	01	00 309	51	15 741
02	2 .222 222	52	57 .777 778	02	0 .037 037	02	00 617	52	16 049
03	3 .333 333	53	58 .888 889	03	0 .055 556	03	00 926	53	16 358
04	4 .444 444	54	60 .000 000	04	0 .074 074	04	01 235	54	16 667
05	5 .555 556	55	61 .111 111	05	0 .092 593	05	0 .001 543	55	0 .016 975
06	6 .666 667	56	62 .222 222	06	0 .111 111	06	01 852	56	17 284
07	7 .777 778	57	63 .333 333	07	0 .129 630	07	02 160	57	17 593
08	8 .888 889	58	64 .444 444	08	0 .148 148	08	02 469	58	17 901
09	10 .000 000	59	65 .555 556	09	0 .166 667	09	02 778	59	18 210
10	11 .111 111	60	66 .666 667	10	0 .185 185	10	0 .003 086	60	0 .018 519
11	12 .222 222	61	67 .777 778	11	0 .203 704	11	03 395	61	18 827
12	13 .333 333	62	68 .888 889	12	0 .222 222	12	03 704	62	19 136
13	14 .444 444	63	70 .000 000	13	0 .240 741	13	04 012	63	19 444
14	15 .555 556	64	71 .111 111	14	0 .259 259	14	04 321	64	19 753
15	16 .666 667	65	72 .222 222	15	0 .277 778	15	0 .004 630	65	0 .020 062
16	17 .777 778	66	73 .333 333	16	0 .296 296	16	04 938	66	20 370
17	18 .888 889	67	74 .444 444	17	0 .314 815	17	05 247	67	20 679
18	20 .000 000	68	75 .555 556	18	0 .333 333	18	05 556	68	20 988
19	21 .111 111	69	76 .666 667	19	0 .351 852	19	05 864	69	21 296
20	22 .222 222	70	77 .777 778	20	0 .370 370	20	0 .006 173	70	0 .021 605
21	23 .333 333	71	78 .888 889	21	0 .388 889	21	06 481	71	21 914
22	24 .444 444	72	80 .000 000	22	0 .407 407	22	06 790	72	22 222
23	25 .555 556	73	81 .111 111	23	0 .425 926	23	07 099	73	22 531
24	26 .666 667	74	82 .222 222	24	0 .444 444	24	07 407	74	22 840
25	27 .777 778	75	83 .333 333	25	0 .462 963	25	0 .007 716	75	0 .023 148
26	28 .888 889	76	84 .444 444	26	0 .481 481	26	08 025	76	23 457
27	30 .000 000	77	85 .555 556	27	0 .500 000	27	08 333	77	23 765
28	31 .111 111	78	86 .666 667	28	0 .518 519	28	08 642	78	24 074
29	32 .222 222	79	87 .777 778	29	0 .537 037	29	08 951	79	24 383
				30	0 .555 556				
				31	0 .574 074				
				32	0 .592 593				
				33	0 .611 111				
30	33 .333 333	80	88 .888 889	34	0 .629 630	30	0 .009 259	80	0 .024 691
31	34 .444 444	81	90 .000 000	35	0 .648 148	31	09 568	81	25 000
32	35 .555 556	82	91 .111 111	36	0 .666 667	32	09 877	82	25 309
33	36 .666 667	83	92 .222 222	37	0 .685 185	33	10 185	83	25 617
34	37 .777 778	84	93 .333 333	38	0 .703 704	34	10 494	84	25 926
35	38 .888 889	85	94 .444 444	39	0 .722 222	35	0 . 10 802	85	0 .026 235
36	40 .000 000	86	95 .555 556	40	0 .740 741	36	11 111	86	26 543
37	41 .111 111	87	96 .666 667	41	0 .759 259	37	11 420	87	26 852
38	42 .222 222	88	97 .777 778	42	0 .777 778	38	11 728	88	27 160
39	43 .333 333	89	98 .888 889	43	0 .796 296	39	12 037	89	27 469
40	44 .444 444	90	100 .000 000	44	0 .814 815	40	0 .012 346	90	0 .027 778
41	45 .555 556	91	101 .111 111	45	0 .833 333	41	12 654	91	28 086
42	46 .666 667	92	102 .222 222	46	0 .851 852	42	12 963	92	28 395
43	47 .777 778	93	103 .333 333	47	0 .870 370	43	13 272	93	28 704
44	48 .888 889	94	104 .444 444	48	0 .888 889	44	13 580	94	29 012
45	50 .000 000	95	105 .555 556	49	0 .907 407	45	0 .013 889	95	0 .029 321
46	51 .111 111	96	106 .666 667	50	0 .925 926	46	14 198	96	29 630
47	52 .222 222	97	107 .777 778	51	0 .944 444	47	14 506	97	29 938
48	53 .333 333	98	108 .888 889	52	0 .962 963	48	14 815	98	30 247
49	54 .444 444	99	110 .000 000	53	0 .981 481	49	15 123	99	30 556
50	55 .555 556	100	111 .111 111	54	1 .000 000	50	0 .015 432	100	0 .030 864
				55	1 .018 519				
				56	1 .037 037				
				57	1 .055 556				
				58	1 .074 074				
				59	1 .092 593				
				60	1 .111 111				

Exemplu: să se transforme 61°55′32″ în grade, minute și secunde centezimale.
Rezolvare:

61° = 67g77c77cc,78
55′ = 1 01 85 ,19
32″ = 98 ,77
61°55′32″ = 68g80c61cc,74 sau rotunjit = 68g80c62cc.

Notă: Cînd trebuie transformate unghiuri mai mari de 90°, acestea se reduc mai întîi la primul cadran (cunoscînd că 90° = 100g, 180° = 200g și 270° = 300g), după care valoarea rămasă se transformă ca în exemplul de mai sus. De exemplu: 241°55′32″ = 268g80c62cc.

Tabel de transformare a gradelor, minutelor și secundelor sexagesimale în grade, minute și secunde centezimale

00°	0g.000 000	50°	55g.555 556	00′	0g.000 000	00″	0g.000 000	50″	0g.015 432
01	1 .111 111	51	56 .666 667	01	0 .018 519	01	00 309	51	15 741
02	2 .222 222	52	57 .777 778	02	0 .037 037	02	00 617	52	16 049
03	3 .333 333	53	58 .888 889	03	0 .055 556	03	00 926	53	16 358
04	4 .444 444	54	60 .000 000	04	0 .074 074	04	01 235	54	16 667
05	5 .555 556	55	61 .111 111	05	0 .092 593	05	0 .001 543	55	0 .016 975
06	6 .666 667	56	62 .222 222	06	0 .111 111	06	01 852	56	17 284
07	7 .777 778	57	63 .333 333	07	0 .129 630	07	02 160	57	17 593
08	8 .888 889	58	64 .444 444	08	0 .148 148	08	02 469	58	17 901
09	10 .000 000	59	65 .555 556	09	0 .166 667	09	02 778	59	18 210
10	11 .111 111	60	66 .666 667	10	0 .185 185	10	0 .003 086	60	0 .018 519
11	12 .222 222	61	67 .777 778	11	0 .203 704	11	03 395	61	18 827
12	13 .333 333	62	68 .888 889	12	0 .222 222	12	03 704	62	19 136
13	14 .444 444	63	70 .000 000	13	0 .240 741	13	04 012	63	19 444
14	15 .555 556	64	71 .111 111	14	0 .259 259	14	04 321	64	19 753
15	16 .666 667	65	72 .222 222	15	0 .277 778	15	0 .004 630	65	0 .020 062
16	17 .777 778	66	73 .333 333	16	0 .296 296	16	04 938	66	20 370
17	18 .888 889	67	74 .444 444	17	0 .314 815	17	05 247	67	20 679
18	20 .000 000	68	75 .555 556	18	0 .333 333	18	05 556	68	20 988
19	21 .111 111	69	76 .666 667	19	0 .351 852	19	05 864	69	21 296
20	22 .222 222	70	77 .777 778	20	0 .370 370	20	0 .006 173	70	0 .021 605
21	23 .333 333	71	78 .888 889	21	0 .388 889	21	06 481	71	21 914
22	24 .444 444	72	80 .000 000	22	0 .407 407	22	06 790	72	22 222
23	25 .555 556	73	81 .111 111	23	0 .425 926	23	07 099	73	22 531
24	26 .666 667	74	82 .222 222	24	0 .444 444	24	07 407	74	22 840
25	27 .777 778	75	83 .333 333	25	0 .462 963	25	0 .007 716	75	0 .023 148
26	28 .888 889	76	84 .444 444	26	0 .481 481	26	08 025	76	23 457
27	30 .000 000	77	85 .555 556	27	0 .500 000	27	08 333	77	23 765
28	31 .111 111	78	86 .666 667	28	0 .518 519	28	08 642	78	24 074
29	32 .222 222	79	87 .777 778	29	0 .537 037	29	08 951	79	24 383
30	33 .333 333	80	88 .888 889	30	0 .555 556	30	0 .009 259	80	0 .024 691
31	34 .444 444	81	90 .000 000	31	0 .574 074	31	09 568	81	25 000
32	35 .555 556	82	91 .111 111	32	0 .592 593	32	09 877	82	25 309
33	36 .666 667	83	92 .222 222	33	0 .611 111	33	10 185	83	25 617
34	37 .777 778	84	93 .333 333	34	0 .629 630	34	10 494	84	25 926
35	38 .888 889	85	94 .444 444	35	0 .648 148	35	0 .010 802	85	0 .026 235
36	40 .000 000	86	95 .555 556	36	0 .666 667	36	11 111	86	26 543
37	41 .111 111	87	96 .666 667	37	0 .685 185	37	11 420	87	26 852
38	42 .222 222	88	97 .777 778	38	0 .703 704	38	11 728	88	27 160
39	43 .333 333	89	98 .888 889	39	0 .722 222	39	12 037	89	27 469
40	44 .444 444	90	100 .000 000	40	0 .740 741	40	0 .012 346	90	0 .027 778
41	45 .555 556	91	101 .111 111	41	0 .759 259	41	12 654	91	28 086
42	46 .666 667	92	102 .222 222	42	0 .777 778	42	12 963	92	28 395
43	47 .777 778	93	103 .333 333	43	0 .796 296	43	13 272	93	28 704
44	48 .888 889	94	104 .444 444	44	0 .814 815	44	13 580	94	29 012
45	50 .000 000	95	105 .555 556	45	0 .833 333	45	0 .013 889	95	0 .029 321
46	51 .111 111	96	106 .666 667	46	0 .851 852	46	14 198	96	29 630
47	52 .222 222	97	107 .777 778	47	0 .870 370	47	14 506	97	29 938
48	53 .333 333	98	108 .888 889	48	0 .888 889	48	14 815	98	30 247
49	54 .444 444	99	110 .000 000	49	0 .907 407	49	15 123	99	30 556
50	55 .555 556	100	111 .111 111	50	0 .925 926	50	0 .015 432	100	0 .030 864
				51	0 .944 444				
				52	0 .962 963				
				53	0 .981 481				
				54	1 .000 000				
				55	1 .018 519				
				56	1 .037 037				
				57	1 .055 556				
				58	1 .074 074				
				59	1 .092 593				
				60	1 .111 111				

Exemplu: să se transforme 61°55′32″ în grade, minute și secunde centezimale.
Rezolvare:

61° = 67g77c77cc,78
55′ = 1 01 85 ,19
32″ = 98 ,77
61°55′32″ = 68g80c61cc,74 sau rotunjit = 68g80c62cc.

Notă: Cînd trebuie transformate unghiuri mai mari de 90°, acestea se reduc mai întîi la primul cadran (cunoscînd că 90° = 100g, 180° = 200g și 270° = 300g), după care valoarea rămasă se transformă ca în exemplul de mai sus. De exemplu: 241°55′32″ = 268g80c62cc.

Tabel de transformare a gradelor, minutelor și secundelor centezimale în grade, minute și secunde sexagesimale

	0^g	1^g	2^g	3^g	4^g	5^g	6^g	7^g	8^g	9^g
00°	0°00′	0°54′	1°48′	2°42′	3°36′	4°30′	5°24′	6°18′	7°12′	8°06′
10	9 00	9 54	10 48	11 42	12 36	13 30	14 24	15 18	16 12	17 06
20	18 00	18 54	19 48	20 42	21 36	22 30	23 24	24 18	25 12	26 06
30	27 00	27 54	28 48	29 42	30 36	31 30	32 24	33 18	34 12	35 06
40	36 00	36 54	37 48	38 42	39 36	40 30	41 24	42 18	43 12	44 06
50	45 00	45 54	46 48	47 42	48 36	49 30	50 24	51 18	52 12	53 06
60	54 00	54 54	55 48	56 42	57 36	58 30	59 24	60 18	61 12	62 06
70	63 00	63 54	64 48	65 42	66 36	67 30	68 24	69 18	70 12	71 06
80	72 00	72 54	73 48	74 42	75 36	76 30	77 24	78 18	79 12	80 06
90	81 00	81 54	82 48	83 42	84 36	85 30	86 24	87 18	88 12	89 06
100	90 00	90 54	91 48	92 42	93 36	94 30	95 24	96 18	97 12	98 06
110	99 00	99 54	100 48	101 42	102 36	103 30	104 24	105 18	106 12	107 06
120	108 00	108 54	109 48	110 42	111 36	112 30	113 24	114 18	115 12	116 06
130	117 00	117 54	118 48	119 42	120 36	121 30	122 24	123 18	124 12	125 06
140	126 00	126 54	127 48	128 42	129 36	130 30	131 24	132 18	133 12	134 06
150	135 00	135 54	136 48	137 42	138 36	139 30	140 24	141 18	142 12	143 06
160	144 00	144 54	145 48	146 42	147 36	148 30	149 24	150 18	151 12	152 06
170	153 00	153 54	154 48	155 42	156 36	157 30	158 24	159 18	160 12	161 06
180	162 00	162 54	163 48	164 42	165 36	166 30	167 24	168 18	169 12	170 06
190	171 00	171 54	172 48	173 42	174 36	175 30	176 24	177 18	178 12	179 06
200	180 00									

	0^c	1^c	2^c	3^c	4^c	5^c	6^c	7^c	8^c	9^c
00^c	0′00″,0	0′32″,4	1′04″,8	1′37″,2	2′09″,6	2′42″,0	3′14″,4	3′46″,8	4′19″,2	4′51″,6
10	5 24 ,0	5 56 ,4	6 28 ,8	7 01 ,2	7 33 ,6	8 06 ,0	8 38 ,4	9 10 ,8	9 43 ,2	10 15 ,6
20	10 48 ,0	11 20 ,4	11 52 ,8	12 25 ,2	12 57 ,6	13 30 ,0	14 02 ,4	14 34 ,8	15 07 ,2	15 39 ,6
30	16 12 ,0	16 44 ,4	17 16 ,8	17 49 ,2	18 21 ,6	18 54 ,0	19 26 ,4	19 58 ,8	20 31 ,2	21 03 ,6
40	21 36 ,0	22 08 ,4	22 40 ,8	23 13 ,2	23 45 ,6	24 18 ,0	24 50 ,4	25 22 ,8	25 55 ,2	26 27 ,6
50	27 00 ,0	27 32 ,4	28 04 ,8	28 37 ,2	29 09 ,6	29 42 ,0	30 14 ,4	30 46 ,8	31 19 ,2	31 51 ,6
60	32 24 ,0	32 56 ,4	33 28 ,8	34 01 ,2	34 33 ,6	35 06 ,0	35 38 ,4	36 10 ,8	36 43 ,2	37 15 ,6
70	37 48 ,0	38 20 ,4	38 52 ,8	39 25 ,2	39 57 ,6	40 30 ,0	41 02 ,4	41 34 ,8	42 07 ,2	42 39 ,6
80	43 12 ,0	43 44 ,4	44 16 ,8	44 49 ,2	45 21 ,6	45 54 ,0	46 26 ,4	46 58 ,8	47 31 ,2	48 03 ,6
90	48 36 ,0	49 08 ,4	49 40 ,8	50 13 ,2	50 45 ,6	51 18 ,0	51 50 ,4	52 22 ,8	52 55 ,2	53 27 ,6

	0^{cc}	1^{cc}	2^{cc}	3^{cc}	4^{cc}	5^{cc}	6^{cc}	7^{cc}	8^{cc}	9^{cc}
00^{cc}	0″,000	0″,324	0″,648	0″,972	1″,296	1″,620	1″,944	2″,268	2″,592	2″,916
10	3 ,240	3 ,564	3 ,888	4 ,212	4 ,536	4 ,860	5 ,184	5 ,508	5 ,832	6 ,156
20	6 ,480	6 ,804	7 ,128	7 ,452	7 ,776	8 ,100	8 ,424	8 ,748	9 ,072	9 ,396
30	9 ,720	10 ,044	10 ,368	10 ,692	11 ,016	11 ,340	11 ,664	11 ,988	12 ,312	12 ,636
40	12 ,960	13 ,284	13 ,608	13 ,932	14 ,256	14 ,580	14 ,904	15 ,228	15 ,552	15 ,876
50	16 ,200	16 ,524	16 ,848	17 ,172	17 ,496	17 ,820	18 ,144	18 ,468	18 ,792	19 ,116
60	19 ,440	19 ,764	20 ,088	20 ,412	20 ,736	21 ,060	21 ,384	21 ,708	22 ,032	22 ,356
70	22 ,680	23 ,004	23 ,328	23 ,652	23 ,976	24 ,300	24 ,624	24 ,948	25 ,272	25 ,596
80	25 ,920	26 ,244	26 ,568	26 ,892	27 ,216	27 ,540	27 ,864	28 ,188	28 ,512	28 ,836
90	29 ,160	29 ,484	29 ,808	30 ,132	30 ,456	30 ,780	31 ,104	31 ,428	31 ,752	32 ,076

Exemplu: să se transforme $31^g75^c13^{cc}$ în grade, minute și secunde sexagesimale.

Rezolvare:

$31^g = 27°54′$

$75^c = 40° \quad 30″$

$13^{cc} = \quad 4,212$

$31^g75^c13^{cc} = 28°34′34″,212$ sau rotunjit $= 28°34′34″$.

Notă: Cînd trebuie transformate unghiuri mai mari de 200^g, din valoarea unghiulară se scad mai întîi 200^g (știind că $200^g = 180°$), apoi se face transformarea ca în exemplul de mai sus. De exemplu: $331^g75^c13^{cc} = 298°34′34″$.

CAPITOLUL al 14-lea

Determinări de azimute astronomice prin metode expeditive

14.1 Generalități

Se cunoaște că Pămîntul, în afară de propria sa mișcare de rotație, are împreună cu întregul sistem planetar o mișcare de revoluție în jurul Soarelui, iar împreună cu acesta o altă mișcare în cadrul galaxiei din care fac parte. Senzația pe care o are omul în privința mișcării de rotație a Pămîntului este tocmai reversul realității; în timpul zilei în jurul nostru, al Pămîntului, ni se pare că defilează Soarele, iar în timpul nopții întreaga boltă cerească cu toate stelele se rotește de la est către vest, dîndu-ne impresia nemișcării Pămîntului și a mișcării stelelor și Soarelui.

Este evident că această mișcare a bolții cerești este *aparentă*, pentru că s-a dovedit că în realitate Pămîntul se rotește în jurul axei sale de la vest către est și în același timp are o mișcare de revoluție în jurul Soarelui; cele două mișcări dau naștere fenomenelor de răsărit și apus ale aștrilor și respectiv succesiunii anotimpurilor (echinoeții și solstiții).

Aștrii care se văd pe bolta cerească sînt stele și planete; primele au o poziție relativă neschimbată între ele, adică o oarecare stea ocupă o aceeași

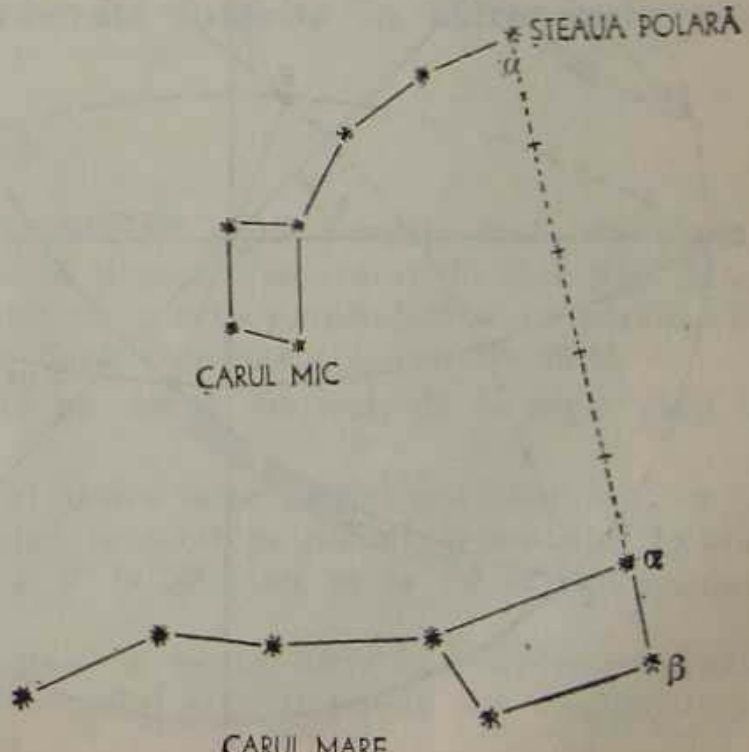


FIG. 212

poziție față de celelalte (în realitate stelele nu au poziții fixe pe bolta cerească din cauza mișcărilor proprii), în timp ce planetele își schimbă poziția față de stele.

De reținut este faptul că stelele din apropierea Stelei Polare se văd tot timpul, fiind denumite stele circumpolare (apropiate de polară); printre acestea găsindu-se ca cele mai reprezentative cele din compunerea constelației Carului mic.

Se consideră că Steaua Polară indică polul nord al sferei cerești (real ea se găsește la 57′ de polul nord ceresc, care însă nu se poate materializa pe sfera cerească).

În figura 212 este redată poziția reciprocă a două constelații, Carul mare (Ursa mare) și Carul mic (Ursa mică), ușor de distins pe sfera cerească, așa cum s-a arătat la 4.2.3.

14.2 Noțiuni generale despre punctele, direcțiile și planurile fundamentale ale sferei cerești

Pentru definirea tuturor elementelor de pe sfera cerească este necesar a considera Pământul situat în centrul sferei cerești, notat cu litera O (fig. 213).

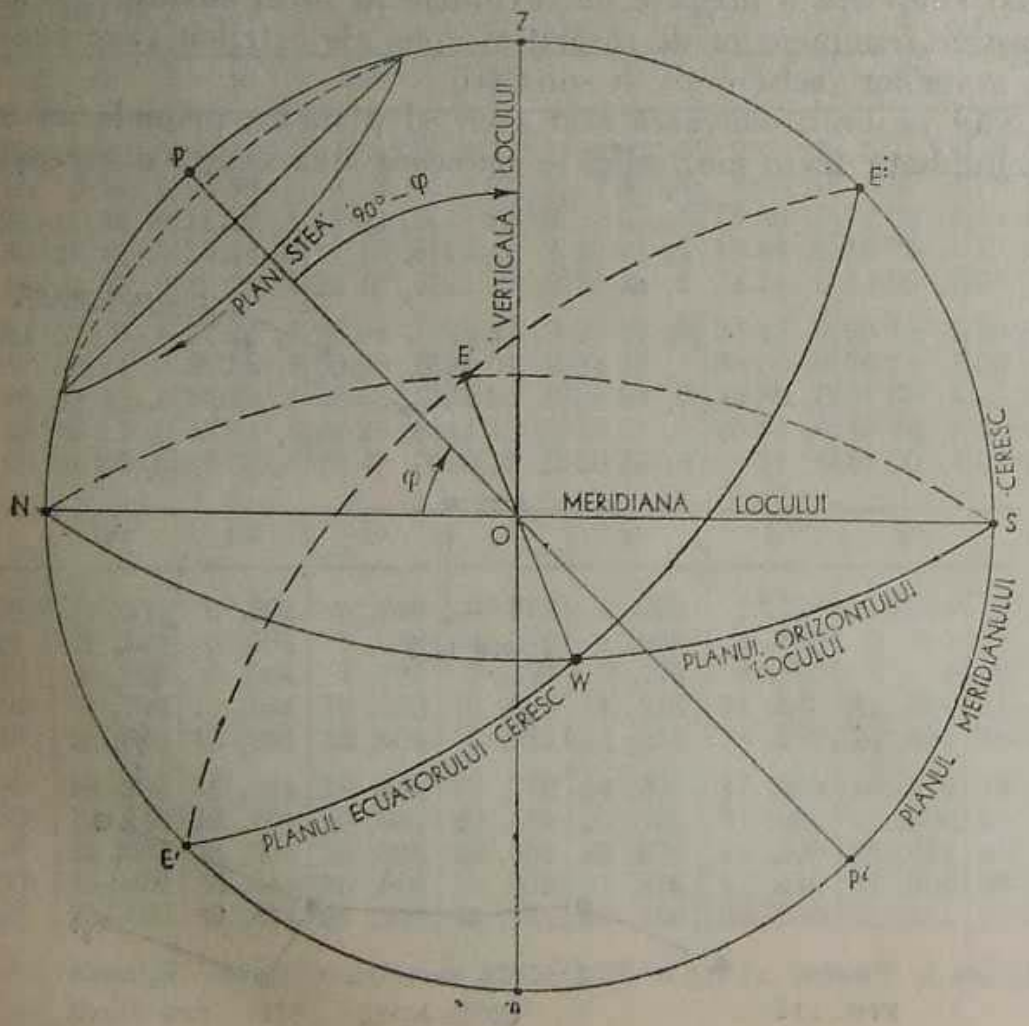


FIG. 213

Potrivit figurii 213, distingem următoarele elemente sferice:

PP' — *axa lumii*, care trece prin axa de rotație a Pămîntului și este delimitată de cei doi poli cerești *P* și *P'*, care aparent rămîn nemișcați;

EE' — *planul ecuatorului ceresc*, perpendicular pe axa lumii *PP'*;

Zn — *verticala locului*, dată de direcția firului cu plumb și care, prelungită, înțeapă bolta cerească în două puncte denumite *zenit* (*Z*) și *nadir* (*n*); pentru orice punct de pe Pămînt zenitul se va găsi deasupra capului în prelungirea direcției firului cu plumb;

NS — *planul orizontului locului* (planul delimitat de suprafața apei liniștite în locul considerat) și care este perpendicular pe verticala locului;

PZN — *planul meridianului ceresc*, care este un plan vertical ce trece prin polii lumii și prin zenitul locului;

EW — intersecția planului ecuatorului ceresc cu planul orizontului locului, adică linia punctelor cardinale est și vest;

φ — latitudinea locului de observare, care este înălțimea polului ceresc *P* deasupra orizontului locului;

Meridiana locului — intersecția planului orizontului locului cu planul meridianului ceresc sau direcția nord-sud de pe teren;

Colatitudinea — distanța unghiulară dintre *P* și *Z*, care are valoarea egală cu $90^\circ - \varphi$;

Plan stea — mișcarea diurnă (zilnică) prin care stelele descriu cercuri mici în jurul polului ceresc, paralele cu planul ecuatorului ceresc.

Planul ecuatorului ceresc, planul orizontului locului și planul meridianului ceresc sînt cercuri mari, ele avînd centrul în centrul sferei cerești (*O*).

14.3 Sisteme de coordonate folosite în astronomia geodezică

14.3.1 Coordonate orizontale

În sistemul de *coordonate orizontale*, ca plane fundamentale sînt considerate planul meridianului locului și planul orizontului locului (fig. 214).

Cercul vertical al astrului, notat cu σ, este perpendicular pe planul orizontului locului. În acest caz cele două coordonate orizontale sînt:

— *distanța zenitală* z, măsurată pe cercul vertical, de la zenit pînă la astrul σ;

— *azimutul* A, care este unghiul diedru între planul meridianului locului și planul cercului vertical al astrului, măsurat pe planul orizontului locului de la sud către nord prin vest, de la 0° la 360° (nu se ia ca origine nordul, ca în geodezie).

Uneori în locul distanței zenitale se poate lucra cu complementul ei h ($h = 90^\circ - z$), care este înălțimea astrului și corespunde cu unghiul vertical folosit în lucrările topografice.

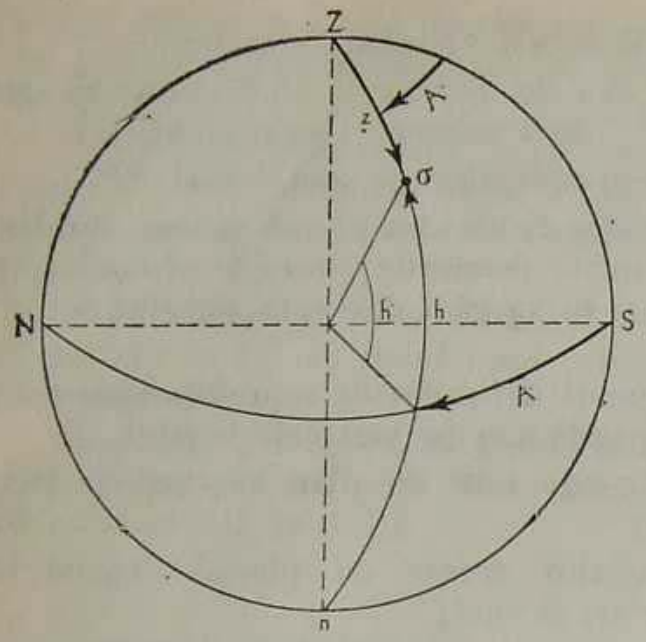


FIG. 214

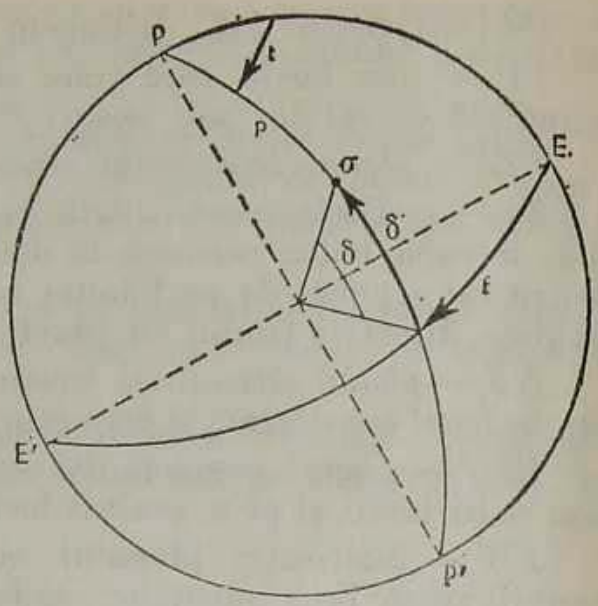


FIG. 215

De regulă coordonatele orizontale ale unui astru se măsoară cu ajutorul unui teodolit și anume cu cercul orizontal — azimutul, iar cu cercul vertical — distanța zenitală sau înălțimea. Coordonatele orizontale ale unui astru întotdeauna se vor referi la un moment oarecare de timp, deoarece prin deplasarea astrului pe cercul de mișcare diurnă atît distanța zenitală, cît și azimutul acestuia se vor schimba.

14.3.2 Coordonate orare

În sistemul de *coordonate orare*, ca plane fundamentale sînt considerate planul meridianului locului și planul ecuatorului ceresc (fig. 215).

Cercul mare $P\sigma P'$, care trece prin astrul σ și prin polii cerești, se numește cercul orar al astrului considerat. Coordonatele orare sînt:

— *declinația* δ — este distanța unghiulară de la ecuatorul ceresc pînă la astrul considerat; ea se măsoară de la 0° la 90° și este pozitivă spre polul nord ceresc și negativă spre polul sud ceresc;

— *unghiul orar* t — este unghiul diedru între planul meridianului locului și planul cercului orar al astrului, măsurat în planul ecuatorului ceresc în sensul invers de rotație a Pămîntului, ca și în cazul măsurării azimutului de la coordonatele orizontale.

În locul declinației se poate lucra și cu complementul acesteia p ($p = 90° - \delta$), care este distanța polară măsurată de la polul nord ceresc pînă la astrul considerat.

În timpul unei zile declinația astrului rămîne aproape constantă, deoarece acesta se deplasează pe cercul diurn care este paralel și la aceeași distanță de planul ecuatorului ceresc.

Unghiul orar variază cu timpul de la 0^h la 24^h, adică pentru 15° cu 1^h pentru 15′ cu 1^m și pentru 15″ cu 1^s.

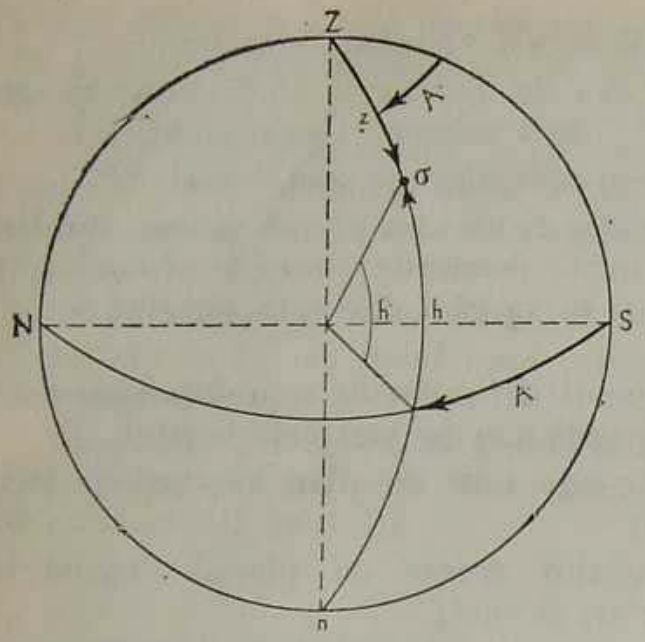


FIG. 214

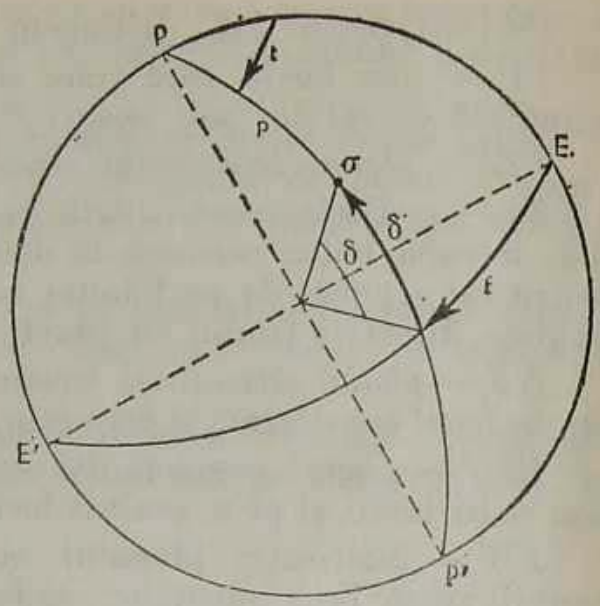


FIG. 215

De regulă coordonatele orizontale ale unui astru se măsoară cu ajutorul unui teodolit și anume cu cercul orizontal — azimutul, iar cu cercul vertical — distanța zenitală sau înălțimea. Coordonatele orizontale ale unui astru întotdeauna se vor referi la un moment oarecare de timp, deoarece prin deplasarea astrului pe cercul de mișcare diurnă atît distanța zenitală, cît și azimutul acestuia se vor schimba.

14.3.2 Coordonate orare

În sistemul de *coordonate orare*, ca plane fundamentale sînt considerate planul meridianului locului și planul ecuatorului ceresc (fig. 215).

Cercul mare $P\sigma P'$, care trece prin astrul σ și prin polii cerești, se numește cercul orar al astrului considerat. Coordonatele orare sînt:

— *declinația* δ — este distanța unghiulară de la ecuatorul ceresc pînă la astrul considerat; ea se măsoară de la 0° la 90° și este pozitivă spre polul nord ceresc și negativă spre polul sud ceresc;

— *unghiul orar* t — este unghiul diedru între planul meridianului locului și planul cercului orar al astrului, măsurat în planul ecuatorului ceresc în sensul invers de rotație a Pămîntului, ca și în cazul măsurării azimutului de la coordonatele orizontale.

În locul declinației se poate lucra și cu complementul acesteia p ($p = 90° - \delta$), care este distanța polară măsurată de la polul nord ceresc pînă la astrul considerat.

În timpul unei zile declinația astrului rămîne aproape constantă, deoarece acesta se deplasează pe cercul diurn care este paralel și la aceeași distanță de planul ecuatorului ceresc.

Unghiul orar variază cu timpul de la 0^h la 24^h, adică pentru 15° cu 1^h pentru 15′ cu 1^m și pentru 15″ cu 1^s.

Din figura 217 se vede că unghiul orar al punctului vernal γ, notat cu θ, este egal cu suma dintre ascensiunea dreaptă α și unghiul orar al stelei σ, adică $\theta = \alpha + t$.

Ascensiunea dreaptă se exprimă în unități orare și poate să aibă valori de la 0^h la 24^h. Deoarece punctul vernal γ (ca orice punct de pe sfera cerească) participă la mișcarea diurnă a sferei cerești, ascensiunea dreaptă a unui astru nu variază pe timp de 24^h, lucru care face posibilă întocmirea cataloagelor de stele.

14.4 Noțiuni asupra timpului și măsurii lui

14.4.1 Timpurile folosite în astronomie

Mișcarea de rotație a Pământului determină rotirea aparentă a sferei cerești, care are ca efect răsăritul și apusul stelelor și al Soarelui. Mișcarea de revoluție a Pământului în jurul Soarelui are ca efect deplasarea pe ecliptică a Soarelui; rezultă că mișcarea de rotație a Pământului se execută în intervale de timp diferite cînd este raportată la stele, față de cazul cînd este raportată la Soare. În același timp și stelele au mișcări proprii, din care motiv, pentru stabilirea unității de timp, s-a recurs la un punct fictiv de pe bolta cerească, de care am mai amintit, denumit punctul vernal γ.

14.4.1.1 *Timpul sideral*

Intervalul de timp scurs între două treceri consecutive ale punctului γ la meridianul locului considerat se numește *zi sideral*ă. Originea zilelor sidерale, pentru un observator de pe Pământ, este momentul trecerii punctului vernal la meridianul locului respectiv, în partea dinspre zenit (culminația superioară), în care moment unghiul orar al punctului vernal $t_\gamma = 0$ (fig. 218).

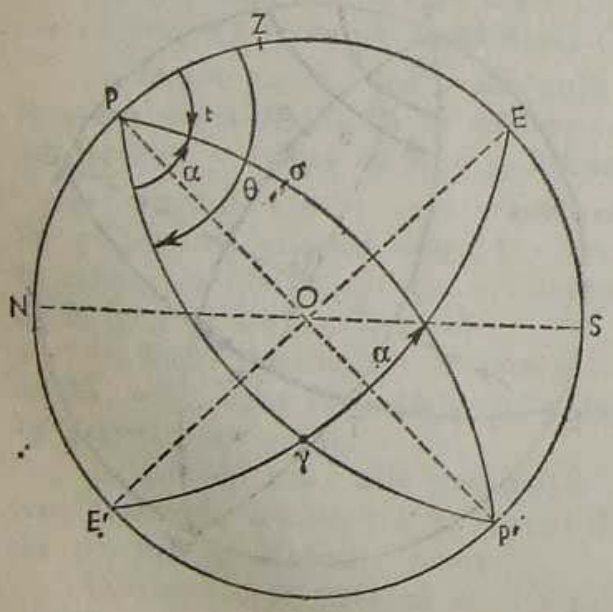


FIG. 218

Din figura 218 se vede că în momentul cînd punctul vernal γ ajunge la meridianul locului $PZEP'$, unghiul orar devine zero; culminația este superioară, deoarece trecerea la meridianul locului se face deasupra meridianei NS.

Ziua sideral*ă* constituie unitatea de bază a măsurării timpului; o zi sideral*ă* este formată din 24 ore siderale, ora sideral*ă* din 60 minute siderale, iar minutul sideral din 60 secunde siderale.

Timpul sideral este totdeauna egal cu unghiul orar al punctului vernal, adică $\theta = t_\gamma = \alpha + t$ (fig. 218), în care t este unghiul orar și α ascensiunea dreaptă a unui astru oarecare σ. Deoarece la culminația superioară orice astru are unghiul orar egal cu zero, rezultă că la meridian $\theta = \alpha$; la culminația inferioară unde $t = 12^h$, timpul sideral $\theta = \alpha + 12^h$.

14.4.1.2 *Timpul solar*

Un alt timp folosit în astronomie este timpul solar adevărat, care are ca unitate *ziua solară adevărată*. Ziua solară adevărată este intervalul scurs între două treceri consecutive ale Soarelui la meridianul locului. Originea zilelor solare adevărate se consideră a fi momentul trecerii Soarelui la meridian (culminație inferioară).

Se observă că, în timp ce începutul zilei siderale se consideră de la trecerea punctului vernal la culminația superioară, începutul zilei solare adevărate se consideră de la trecerea Soarelui la culminația inferioară, adică de la miezul nopții precedente; s-a adoptat acest sistem pentru a avea la amiaza zilei ora 12.

Ziua solară adevărată este legată de mișcarea aparentă a Soarelui pe ecliptică. Datorită înclinării eclipticii față de ecuatorul ceresc, mișcarea Soarelui nu este uniformă și deci timpul solar adevărat nu crește uniform. Pe de altă parte atît Pămîntul, care execută o mișcare de revoluție pe o orbită de forma unei elipse, cît și Soarele pe ecliptică parcurg în același timp arce diferite.

Din cele arătate rezultă că pentru momente diferite ale anului ziua solară adevărată va avea mărimi diferite și deci timpul solar adevărat nu va fi uniform; de aceea în practică se introduce noțiunea de *timp solar mijlociu* sau *mediu*, notat cu $T.M.$, care este raportat la o mișcare aparentă uniformă a Soarelui pe ecuator.

Atît timpul sideral, cît și timpul solar diferă în funcție de longitudinea locului de stație; astfel, timpul solar mijlociu corespunzător meridianului zero (Greenwich) se numește *timp universal*, notat cu $T.U.$, la care se raportează în anuarele astronomice majoritatea coordonatelor astronomice ale aștrilor, adică $T.M.^G = T.U.$

Ziua solară mijlocie este mai mare decît ziua siderală în medie cu $3^m56^s,555$ (în decurs de un an decalajul dintre punctul vernal și Soare este de 24 ore siderale).

Dacă se cunoaște timpul universal și longitudinea locului se poate calcula timpul solar mijlociu corespunzător meridianului locului după relația:

$$T.M. = T.U. + \lambda.$$

Un alt timp folosit este *timpul legal* sau *oficial*, notat cu $T.L.$, care este un timp convențional, adoptat de fiecare țară (ora oficială radio) în funcție de fusul orar (longitudinea) în care se află și de alte condiții specifice.

14.4.2 Transformări de timp

În determinările astronomice sînt necesare transformări de timp sideral în mijlociu și invers. Astfel, la determinările expeditive de azimut, care se fac după un ceas obișnuit ce dă timpul legal, este necesar să se execute transformarea timpului mijlociu (plecînd de la timpul legal) în timp sideral.

Înainte de a trece la operațiile propriu-zise de transformare se fac următoarele precizări:

— pentru țara noastră, longitudinea este estică și se consideră negativă;

— în operația de transformare longitudinea se introduce în unități de timp, ca urmare a transformării unităților de arc (așa cum se scot din cataloage sau de pe hartă), prin folosirea tabelelor 1 și 2;

— corecția de fus pentru țara noastră, față de meridianul origine (Greenwich), este de 2^h, întrucît ne găsim în al doilea fus orar, adică cu 2^h înainte*;

— corecția de transformare a timpului mijlociu în timp sideral se scoate din tabela 3.

Pentru transformarea timpului mijlociu în sideral există două metode, care în general se aplică amîndouă în scopul verificării calculelor, astfel:

Transformare cu trecere prin Greenwich:

$$\theta^G = \theta_0^G + T.U. + C_{T.U.};$$

pentru un loc de longitudine λ timpul sideral local va fi:

$$\theta^\lambda = \theta^G - \lambda.$$

Transformare fără trecere prin Greenwich:

$$\theta^\lambda = \theta_0^\lambda + T.M + C_{T.M.},$$

în care $\theta_0^\lambda = \theta_0^G - C_\lambda$ (corecția în primă aproximație, suficientă pentru calcule expeditive).

În relațiile de mai sus am notat cu:

θ^G — timpul sideral la meridianul Greenwich;

θ_0^G — timpul sideral Greenwich la miezul nopții;

θ^λ — timpul sideral la un loc oarecare, de longitudine λ;

θ_0^λ — timpul sideral la un loc oarecare, de longitudine λ, la miezul nopții;

$T.U. = T.M. + \lambda$;

$T.L. = T.U. +$ corecția de fus;

---

* Pentru determinarea orei fusului se ține seama că Pămîntul este împărțit în 24 fusuri orare fiecare cuprinzînd 15°. Primul fus, fusul zero, este cel care are ca meridian axial meridianul zero și se întinde de la 7°30′ ongitudine vestică pînă la 7°30′ longitudine estică. Fusul următor (fusul 1) este cuprins între $\lambda_1 = 7°30'$ și $\lambda_2 = 22°30'$, corespunzător în timp cu $\lambda_1 = 0^h30'$ și $\lambda_2 = 1^h30^m$. Fusul al 2-lea este cuprins între $\lambda_1 = 22°30'$ (1^h30^m) și $\lambda_2 = 37°30'$ (2^h30^m) și are valoarea 2^h ș.a.m.d. De exemplu, un punct de stație cu $\lambda_e = -1^h45^m$ se va găsi în fusul al 2-lea.

C — corecția de trecere de la timpul mijlociu la timpul sideral, care este pozitivă;

$T.U.$, $T.M.$ și λ — indicii care indică argumentul la care se referă corecția.

Exemplu de calcul: într-un punct de longitudine estică $\lambda = 26°05'46''$, în ziua de 1 august 1965 s-au executat observații astronomice, folosindu-se un ceas care indica ora legală. Începutul observațiilor s-a făcut la $T.L. = 22^h15^m42^s$. Se cere să se determine ora sideral locală corespunzătoare.

Rezolvarea începe cu transformarea longitudinii în unități de timp, astfel:
— pentru 26° găsim în tabela 1 valoarea corespunzătoare de 1^h44^m;
— pentru 5′ găsim în tabela 2 valoarea de 0^m20^s;
— pentru 46″ găsim tot în tabela 2 valoarea de $3^s,07$.
Adunînd cele trei valori și rotunjind rezultatul se obține:

$$\lambda = -1^h44^m23^s,1;$$

deci locul de stație se află în fusul al 2-lea. În acest caz:

$$T.U. = T.L. - \text{fus} = 22^h15^m42^s - 2^h = 20^h15^m42^s,0,$$

la care se adaugă corecția de transformare C, scoasă din tabela 3 (la argument $20^h15^m42^s$):

$$C = 3^m19^s,7.$$

Timpul sideral la meridianul Greenwich, la miezul nopții, pentru data observației, se scoate din efemerida Soarelui, care se găsește în cataloagele de stele și în Anuarul Observatorului București (acestea apar anual; un model s-a dat în tabela 4) și este:

$$\theta_0^G = 20^h37^m33^s,8.$$

Pentru a afla timpul sideral al meridianului Greenwich se face însumarea termenilor formulei θ^G, adică:

$$\begin{aligned} \theta_0^G &= 20.37.33,8 \\ +\ T.U. &= 20.15.42,0 \\ +\ C_{T.U.} &= \quad 3.19,7 \\ \hline \theta^G &= 40.56.35,5, \text{ din care se scad } 24^h: \\ \theta^G &= 16.56.35,5. \end{aligned}$$

Pentru a afla timpul sideral la locul de stație se scade longitudinea:

$$\begin{aligned} \theta^G &= 16.56.35,5 \\ -\ \lambda &= +1.44.23,1 \\ \hline \theta^G &= 18.40.58,6, \end{aligned}$$

care este rezultatul final.

Pentru verificare se întrebuințează formulele:

$$\theta^\lambda = \theta_0^\lambda + T.M. + C_{T.M.}$$

$$\theta_0^\lambda = \theta_0^G - C_\lambda$$

$$\begin{aligned} T.M. &= T.U. - \lambda \\ T.U. &= T.L. - \text{fus} \\ T.L. &= 22.15.42,0 \\ -\ \text{fus} &= \quad 2 \\ \hline T.U. &= 20.15.42,0 \\ -\ \lambda &= +1.44.23,1 \\ \hline \end{aligned}$$

$$
\begin{aligned}
T.M. &= 22.00.05{,}1 \\
6^G_0 &= 20.37.33{,}8 \\
-C_\lambda &= -17{,}1 \\
\hline
\theta'_0 &= 20.37.16{,}7 \\
\theta^\lambda_0 &= 20.37.16{,}7 \\
+T.M. &= 22.00.05{,}1 \\
+C_{T.M.} &= +3.36.8 \\
\hline
\theta^\lambda &= 42.40.58{,}6, \text{ din care se scad } 24^h; \\
\theta^\lambda &= 18.40.58{,}6
\end{aligned}
$$

și calculul anterior s-a verificat.

14.5 Determinări expeditive de azimut astronomic

14.5.1 Generalități

Determinările expeditive de azimut se pot executa cu ajutorul Stelei Polare, Soarelui și chiar al altor aștri; în cele ce urmează se prezintă determinările expeditive prin observații la Steaua Polară și la Soare. Calculele se pot efectua cu logaritmii, cu mașina de calculat sau cu ajutorul unor tabele speciale, care se găsesc în anuarele astronomice.

Pentru determinarea expeditivă a azimutului este nevoie de următoarele aparate, instrumente și materiale auxiliare:

— teodolit (de 2″, 10″ sau 30″), prevăzut cu instalație electrică de iluminare a firelor reticulare și a cîmpului micrometrului pentru observații de noapte și cu filtre, pentru observații asupra Soarelui pe timpul zilei;

— cronometru special sau ceas de buzunar (mînă);

— anuar astronomic cu coordonatele aștrilor și tabele de corecții;

— table de logaritmi, mașină de calculat și table cu valorile natural ale funcțiilor trigonometrice;

— carnete de observații și calcule.

Dacă observațiile se execută dimineața sau pe înserat este posibil să se măsoare direct unghiul dintre astru și punctul a cărui direcție vrem să o determinăm, deoarece ambele sînt vizibile; dacă observațiile se execută noaptea, atunci este necesar să se planteze la o distanță de 80—100 metri un semnal luminos (lampă, felinar, bec etc.), la care se va determina azimutul față de Steaua Polară. În această ultimă situație pot exista două cazuri și anume:

— se cunoaște anticipat direcția al cărei azimut trebuie determinat, iar echipa de observații a ajuns în zona respectivă pe timp de zi; în acest caz, cu ajutorul teodolitului, se plantează pe direcția stabilită un jalon, pe care urmează să se fixeze pe timpul nopții sursa luminoasă;

— se ajunge în zona de lucru noaptea, iar azimutul trebuie determinat a doua zi; în acest caz se plantează sursa luminoasă la întîmplare

și se leagă azimutul de Steaua Polară, urmînd ca a doua zi dimineața să se execute determinarea unghiului dintre aceasta și direcția de determinat.

În cazul în care este posibil, sursa luminoasă se amplasează chiar în punctul al cărui azimut trebuie determinat.

Deoarece observațiile se fac pe aștri care se găsesc la distanțe foarte mari este necesar ca încă din timpul zilei să se execute focusarea lunetei teodolitului pe obiecte îndepărtate (15—20 km). Înainte de a se trece la observații trebuie să se execute verificarea și rectificarea (dacă este cazul) firului vertical al reticulului și să se micșoreze valoarea colimației instrumentale.

După instalarea în stație teodolitul se orizontalizează; pentru acomodare și pentru verificarea stabilității orizontalizării, teodolitul se instalează în stație cu $20—30^m$ înainte de începerea observațiilor. În timpul observațiilor se va urmări permanent orizontalizarea aparatului, verificînd-o ori de cîte ori va fi nevoie.

Ceasul de buzunar sau de mînă, care este folosit la observații, trebuie să aibă un mers cît mai constant. Ceasul va fi reglat după ora oficială care se transmite la radio. Înainte de începerea observațiilor se verifică ceasul după ora transmisă, reglîndu-se minutarul și notînd poziția secundarului; aceeași operație se va face și după terminarea observațiilor. De exemplu, la ora 20^h ceasul a arătat $20^h00^m14^s$, iar la ora 22^h a arătat $22^h00^m26^s$. Cu alte cuvinte în 120^m ceasul a avansat cu 12^s.

Exemplu: observația a fost executată la ora $21^h17^m15^s$; se cere să se afle care este ora reală legală de observație.

Pentru rezolvarea problemei se raportează ora de observație $21^h17^m15^s$ la ora $20^h00^m14^s$; diferența este $1^h17^m,0 = 77^m,0$. Se face următorul raționament: dacă pentru 120^m ceasul a avansat cu 12^s, atunci pentru $77^m,0$ ceasul a avansat cu X; $X = \frac{77,0 \times 12}{120} \approx 8^s$. Întrucît ceasul a avut avans față de ora legală urmează ca corecția de 8^s să fie scăzută din ora de observație, pentru a afla ora legală reală de observație, adică:

$$T.L._{obs} = 21^h17^m15^s - 8^s = 21^h17^m07^s.$$

Din $T.L._{obs}$ astfel determinat trebuie să se mai scadă și corecția ceasului de mînă, atunci cînd a fost comparat cu ora oficială ($20^h00^m00^s$), adică el va trebui micșorat cu 14^s și deci se obține:

$$T.L._{obs} = 21^h17^m07^s - 14^s = 21^h16^m53^s.$$

Aceeași operație se va face pentru fiecare timp de observație; timpurile legale astfel obținute vor fi apoi transformate în timpuri siderale.

Numărul de observații, în cazul determinărilor expeditive, se limitează la 1-2.

Precizia de determinare a azimutului este în funcție de gradul de precizie al elementelor care intră în calcule și anume: declinația și ascensiunea astrului, latitudinea locului de stație și timpul citit pe ceas; de fapt, declinația și ascensiunea astrului se scot din anuarele astronomice unde acestea sînt date cu precizia necesară.

Latitudinea locului și timpul de observație influențează precizia azimutului, conform tabelului de mai jos.

Citirea latitudinii pe hartă, în minute de arc	Determinarea timpului, în secunde de timp	Precizia azimutului, în secunde de arc (aproximativ precizia aparatului)
3	25	10
5	45	20
7	60	30
10	90	60

În calcule se va ține seama de regula care prevede că acestea trebuie să fie făcute cu o zecimală în plus față de precizia observațiilor; de exemplu, dacă se observă cu un teodolit de 10″, calculele se vor efectua asigurîndu-se secunda.

Pentru calculele cu logaritmi sînt necesare table de logaritmi cu cel puțin 4 zecimale.

14.5.2 Principiul de determinare a azimutului unei direcții

Definiția azimutului se menține fie că e vorba de un astru, fie că e vorba de un reper de pe suprafața Pămîntului. Astfel, conform figurii 219 vom avea;

A_p — azimutul direcției către Steaua Polară (sau a astrului considerat), P;
A_M — azimutul direcției către punctul considerat, M;
NS — meridiana locului (direcția NS pe teren);
L — unghiul orizontal măsurat în punctul de stație O; el reprezintă diferența $A_M - A_p$.

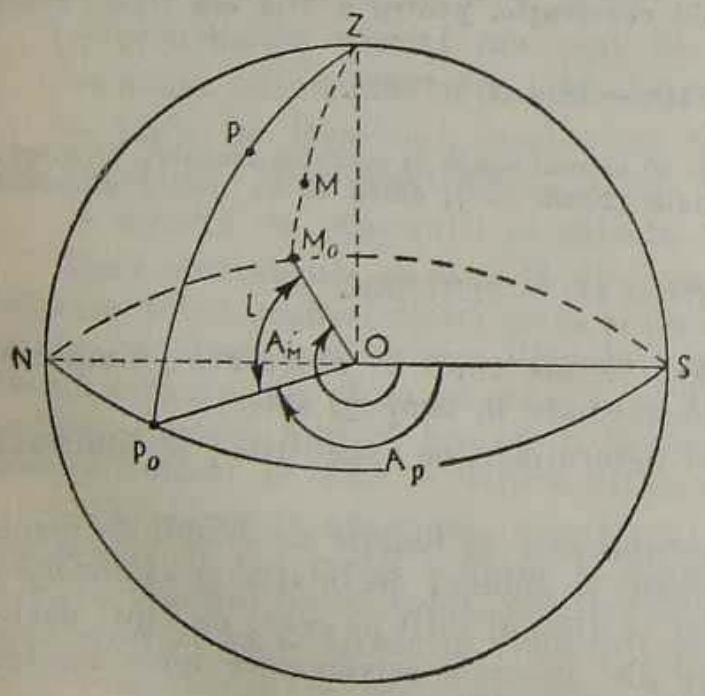


FIG. 219

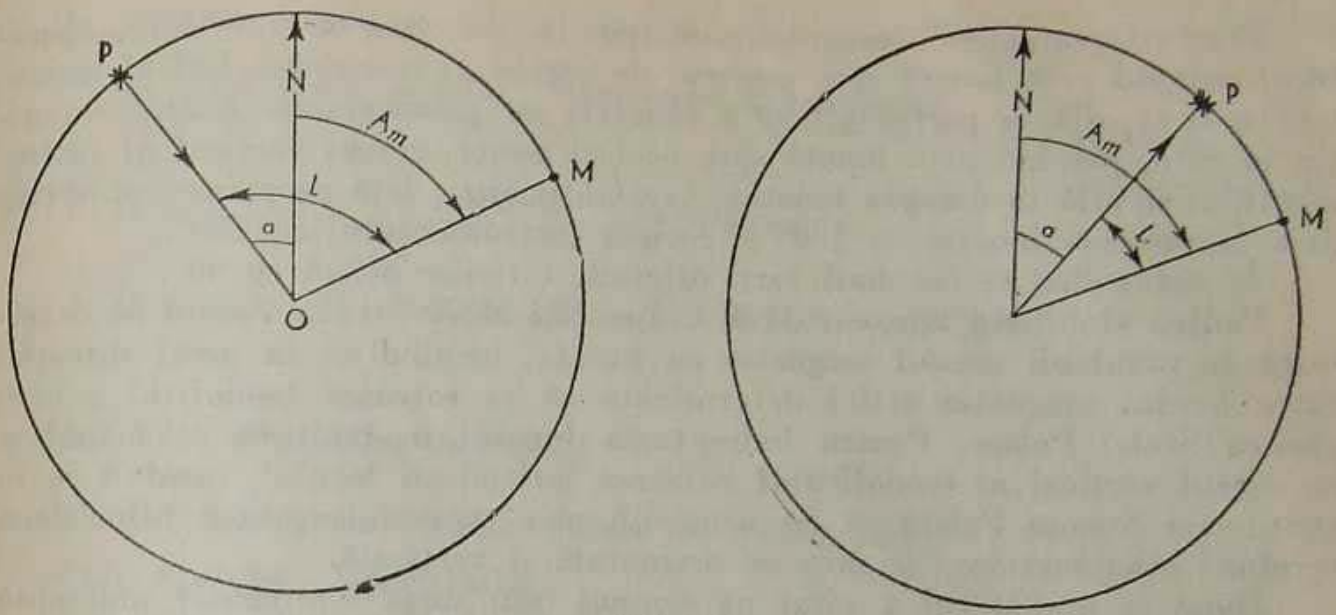
Pentru momentul observației se calculează azimutul astrului A_p, notat de obicei cu a.

Dacă în momentul observării astrului se măsoară și unghiul orizontal $L = A_M - A_p$, atunci azimutul direcției OM_0 va fi dat de relația:

$$A_M = a + L.$$

14.5.3 Determinări expeditive de azimut prin observații asupra Stelei Polare

Dintre stelele circumpolare, Steaua Polară prezintă un interes deosebit, deoarece fiind cea mai



a FIG. 220 *b*

apropiată de pol și destul de luminoasă poate fi observată nu numai în cursul nopții, ci chiar pe lumină, dimineața și către seară; Steaua Polară este vizibilă în tot cursul nopții, la o înălțime suficient de mare pentru latitudinile țării noastre. Avînd o mișcare foarte înceată, din cauza distanței unghiulare foarte mici față de pol, Steaua Polară poate fi urmărită ușor cu teodolitul.

Pentru determinarea azimutului considerăm cazul general cînd Steaua Polară se poate găsi într-o poziție oarecare pe cercul diurn, iar observațiile se pot executa tot timpul, fără restricții (bineînțeles dacă cerul este senin).

În acest caz, în momentul cînd Steaua Polară este prinsă în centrul reticulului lunetei teodolitului se dă de către operatorul observator un top. Pentru momentele de timp corespunzătoare topurilor date de observator se calculează azimutul Stelei Polare „*a*", care însumat cu unghiul *L*, măsurat între Steaua Polară și semnal, va da azimutul semnalului.

Trebuie reținut faptul că dacă Steaua Polară se află la vest de meridianul locului ea va defila în reticulul lunetei de sus în jos, iar dacă se află la est de meridianul locului va defila de jos în sus; acest lucru este redat sugestiv în figurile 220 *a* și *b*.

Se observă că dacă Steaua Polară este la vest, „*a*" este negativ și $A_M = L - a$, iar dacă Steaua Polară este la est, „*a*" este pozitv și $A_M = L + a$.

14.5.3.1 *Efectuarea observațiilor*

Observațiile se efectuează pe timp $8^m - 10^m$ pentru o serie, executîndu-se de regulă una sau două serii. Ordinea desfășurării observațiilor este următoarea:

— semnal *C.S.*;
— Steaua Polară *C.S*;
— Steaua Polară *C.D.*;
— semnal *C.D.*

Prescurtarea „*C.S.*" înseamnă acea poziție de observare în care, operatorul privind prin lunetă spre punctul de observat, cercul vertical al instrumentului se află în partea stîngă a lunetei; iar prescurtarea „*C.D.*" — poziția în care, privind prin lunetă spre același punct, cercul vertical al instrumentului se află în dreapta lunetei. Această poziție, față de prima, se obține prin întoarcerea lunetei cu 180° și rotirea instrumentului cu 180°.

În cazul cînd se fac două serii originile citirilor diferă cu 90°.

Pentru stabilirea aproximativă a direcției către Steaua Polară se determină în prealabil nordul magnetic cu busola, urmînd ca în jurul direcției către nordul maguetic astfel determinată să se rotească teodolitul pentru găsirea Stelei Polare. Pentru îndreptarea lunetei în înălțime se introduce pe cercul vertical al teodolitului valoarea latitudinii locului, urmînd ca în continuare Steaua Polară să fie urmărită prin rotirea înceată a celor două șuruburi micrometrice, de mișcare orizontală și verticală.

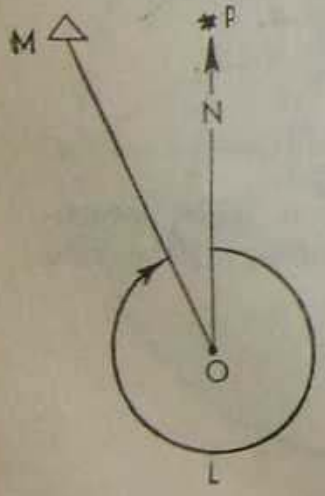
După ce operatorul a vizat pe semnal (sau sursa luminoasă) îndreaptă teodolitul spre Steaua Polară, aducînd firul vertical reticular puțin înaintea acesteia, după care oprește mișcarea teodolitului, anunță ATENȚIE și dă top exact în momentul cînd Steaua Polară intersectează firul vertical. La comanda top secretarul, care urmărește continuu secundarul ceasului, înscrie în jurnal timpul de observații, mai întîi secunda și apoi ora și minutul. După aceasta operatorul citește cu voce tare valoarea de pe cercul orizontal, corespunzătoare observației făcute pe Steaua Polară. Apoi operatorul rotește aparatul cu 180°, executînd observația pe Steaua Polară cu cerc dreapta, dă topul și citește cercul orizontal, după care vizează din nou pe semnalul de legătură azimutală.

Prezentăm mai jos un model de jurnal de observații.

JURNAL DE OBSERVAȚII

Punctul de stație: București Data: 11.05.1955
Longitudinea, $\lambda = 1^h44^m23^s$ Teodolit: Wild T_2
Latitudinea, $\varphi = 44°25'15''$
Steaua Polară $\begin{cases} \alpha = 1^h51^m30^s \\ \delta = 89°03'20'' \end{cases}$

Operator: *Slt. Călin I.*



Seria	Obiectul vizat	Cerc	Timp de observații top — T.L.	Citiri pe cercul orizontal	Medii
I	Semnal	C.S.	—	160°46'00"	$S_M = 160°46'15''$
	Steaua Polară	C.S.	$24^h41^m43^s$	179°19'40"	P = 179°19'50"
	Steaua Polară	C.D.	$24^h47^m12^s$	359°20'00"	$L = 341°26'25''$
	Semnal	C.D.	—	340°46'30"	—

În jurnalul de observații se execută următoarele calcule:

$$S_M = \frac{CS + (CD \pm 180°)}{2} = \frac{160°46'00'' + 160°46'30''}{2} = 160°46'15'';$$

$$P = \frac{179°19'40'' + 179°20'00''}{2} = 179°19'50'';$$

$$L = S_M - P = 520°46'15'' - 179°19'50'' = 341°26'25''.$$

14.5.3.2 *Efectuarea calculelor*

Calculul azimutului Stelei Polare se poate face:

— cu ajutorul logaritmilor;

— cu ajutorul mașinii de calculat;

— cu tabelele Stelei Polare din anuarele astronomice.

Calculul azimutului Stelei Polare se poate efectua cu ajutorul formulei generale:

$$\operatorname{tg} a = -\frac{\sin M \cdot \operatorname{tg} t}{\cos (M + \varphi)},$$

în care s-a notat:

$$\operatorname{cotg} M = \frac{\operatorname{tg} \delta}{\cos t}.$$

Calculul se poate efectua prin logaritmi.

O altă formulă care poate fi folosită în calcule cu ajutorul mașinii de calculat sau al logaritmilor este:

$$a = \frac{y}{\cos (\varphi + x)},$$

în care:

$$y = p \sin t;$$
$$x = p \cos t;$$
$$p = 90° - \delta.$$

Prin înlocuirea valorii lui y din această formulă se obține:

$$a = \frac{p \sin t}{\cos (\varphi + x)}.$$

Se dă mai jos calculul prin logaritmi al azimutului pentru datele din jurnalul de observații prezentat la 14.5.3.1.

Formula de calcul: $\operatorname{tg} a = -\frac{\sin M \cdot \operatorname{tg} t}{\cos (M + \varphi)}$.

Tabel calcule

Formule	C.S.	C.D.	Observații
$T.L.$	$24^h41^m43^s$	24.47.12	
— corecția de fus	2	2	
$T.U.$	22. 41. 43	22.47.12	
$+ C_{T.U}$	3.44	3.45	
$+\theta^G_0$	11.14.07	11.14.07	
θ^G	33.59.34	34.05.04	
-24^h	9.59.34	10.05.04	
$-\lambda$	+ 1.44.23	1.44.23	
θ^λ	11.43.57	11.49.27	
α	1.51.30	1.51.30	
t^h	9.52.27	9.57.57	$t = \theta - \alpha$
t°	148°06′45″	149°29′15″	tabela 6
δ	89.03.20	89.03.20	
log cos t	$\bar{1}$,92895 (n)	$\bar{1}$,93526 (n)	t cadran 2
log cotg δ	$\bar{2}$,21709	$\bar{2}$,21709	
log tg M	$\bar{2}$,14604 (n)	$\bar{2}$,15235 (n)	
M	—0°48′10″	—0°48′50″	
$M + \varphi$	43.37.05	43.36.25	$\varphi = 44.25.15$
log (—sin M)	$\bar{2}$,14646	$\bar{2}$,15243	
log tg t	$\bar{1}$,79389 (n)	$\bar{1}$,77036 (n)	
colog cos $(M+\varphi)$	0,14029	0,14021	
log tg a	$\bar{2}$,08064 (n)	$\bar{2}$,06300 (n)	
a	—0°41′20″	—0°39′45″	Steaua Polară vest
L	341.26.25	341.26.25	
A_M	340.45.05	340.46.40	
A_M mediu	340°45′52″		

În continuare se dă un exemplu de calcul cu ajutorul mașinii de calculat considerînd că s-a efectuat transformarea $T.L.$ în θ^λ.

Într-un loc de latitudine $\varphi = 43°10'00''$ s-au efectuat observații pentru determinarea expeditivă a azimutului, găsindu-se în seria executată, $L = 58°45'56''$.

Formula de calcul: $a = \dfrac{p \sin t}{\cos(\varphi + x)} = \dfrac{y}{\cos(\varphi + x)}$.

Tabel calcule

Formule	Seria I	Observații
α	$1^h57^m02^s$	coordonatele Stelei Polare scoase din anuar
δ	89°04′27″	
p°	0°55′33″	$p = 90 - \delta$
θ^λ	$23^h34^m48^s$	
α	1. 57. 02	
t^h	21.37.46	$t = \theta - \alpha$
t°	324°26′30″	tabela 5
y	—1938″	$y = p \sin t$
sin	—0,58153	t cadran 4
p''	3333″	
cos	0,81352	
x	2711″ = 45′11″	$x = p \cos t$
φ	43.10.00	
$\varphi + x$	43.55.11	
cos $(\varphi + x)$	0,72031	
a''	—2691″	Steaua Polară vest
a°	—0°44′51″	
L	58.45.56	
A_M	58°01′05″	

Un ultim exemplu se referă la determinarea azimutului Stelei Polare folosind tabelele din anuarul astronomic.

Este evident că folosirea tabelelor ușurează mult calculele și scurtează substanțial timpul de determinare a azimutului. În principiu problema constă în determinarea unghiului orar t în funcție de momentul observației, după care, în funcție de acesta, se determină azimutul a.

Unghiul orar se calculează după formula cunoscută:

$$t = \theta^\lambda - \alpha,$$

unde $T.L.$ de observație a fost transformat în prealabil în timp sideral θ^λ.

Cu ajutorul unghiului orar și al latitudinii se interpolează din tabela 6 (tabelă model luată din Anuarul Observatorului București, pe anul 1965, pentru intervalul de unghi orar de la 8^h la 9^h50^m) și se obține azimutul Stelei Polare. Apoi, în funcție de acest azimut și de distanța polară p extrasă din tabela 8 (tabelă model pentru intervalul mai-august 1965), pentru data observației, se determină corecția azimutului ΔA, din tabela 7.

Exemplu de calcul: să se determine azimutul Stelei Polare la 30 iunie 1965, ora 22^h30^m *T.L.*, într-un loc de coordonate $\varphi = 45°30'$ și $\lambda = 1^h40^m$.

Rezolvare:

	$T.L. = 22^h30^m$	
— corecția de fus	$= 2$	
	$T.U. = 20.30$	
+	$C_{T.U.} = + 3$	
+	$\theta_0^G = 18.31$	(efemerida Soarelui pentru data de 30 iunie)
	$\theta G = 39.04$	
	$- 24$	
	$\theta G = 15.04$	
—	$\lambda = +1.40$	
	$\theta^\lambda = 16.44$	
—	$\alpha = 1.59$	(din tabela 8)
	$t = 14^h45^m$	

Cu argumentele $t = 14^h45^m$ și $\varphi = 45°30'$, prin interpolare în tabela 6, se obține $a = 0°50',0$.

Din tabela 8, pentru 30 iunie, $p = 0°54'07''$.

Cu argumentele $p = 0°54'07''$ și $a = 0°50'$, prin interpolare în tabela 7, se obține $\Delta A = + 0',3$.

Deci azimutul Stelei Polare va fi:

$$a = 0°50',0 + 0',3,$$

adică

$$a = 0°50',3.$$

Semnul lui a se stabilește conform figurii 221, după următoarea regulă: dacă $0^h < t < 12^h$, atunci a este vestic și semnul va fi minus, iar dacă $12^h < t < 24^h$, a este estic și va avea semnul plus (cazul exemplului prezentat).

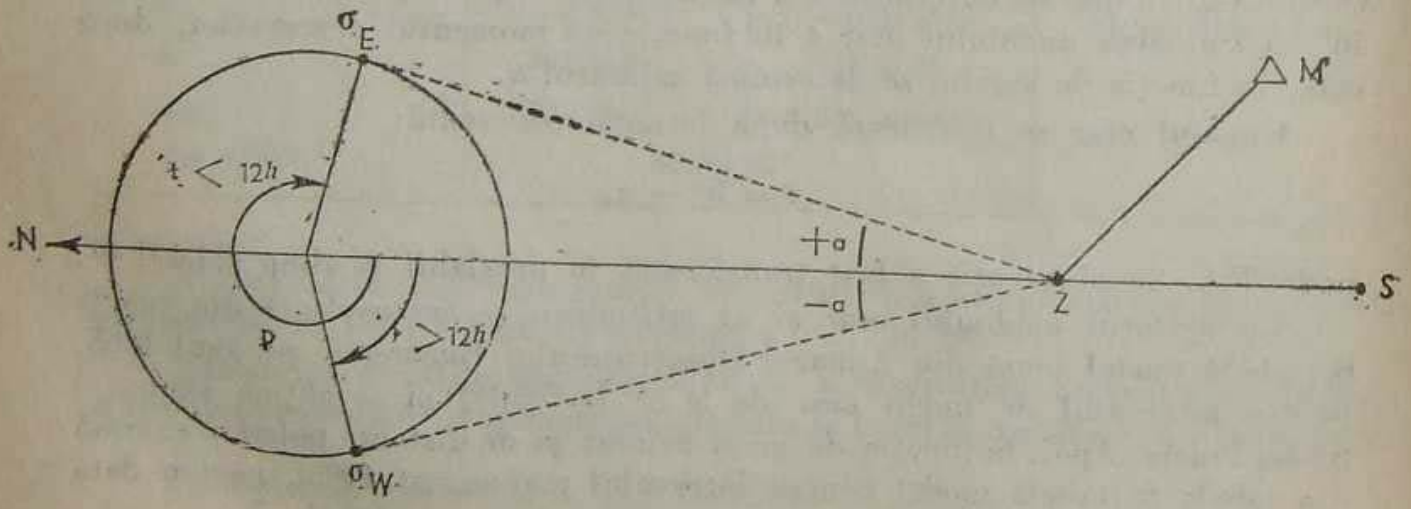


FIG. 221

14.5.4 Determinări expeditive de azimut prin observații asupra Soarelui

Soarele nu poate fi observat în apropierea polului ceresc, adică acolo unde condițiile de determinare sînt cele mai favorabile. Discuția formulelor de calcul duce la concluzia că Soarele e bine să fie observat la orizont, dar în această situație eroarea de refracție este prea mare. În urma studiilor și măsurărilor experimentale s-a ajuns la concluzia că rezultatele cele mai bune sînt obținute în momentul în care unghiul orar t al Soarelui este de circa 3^h; acest moment corespunde unei înălțimi a Soarelui deasupra orizontului de $h_\odot \approx 15^\circ$ (adică în jurul orei 9^h dimineața și 15^h după amiază).

În general însă observarea Soarelui este greoaie și implicit măsurările sînt mai puțin precise decît în cazul Stelei Polare; de aceea Soarele poate fi folosit numai în cazurile în care Steaua Polară nu poate fi observată sau cînd situația o impune. De reținut că la observațiile pe Soare este obligatorie fixarea unui filtru la ocularul lunetei teodolitului, în scopul protejării ochiului observatorului de razele puternice ale Soarelui (în anumite poziții ochiul poate fi plasat chiar în focarul ocularului, fapt care ar duce la vătămarea lui).

14.5.4.1 *Efectuarea observațiilor*

La observațiile asupra Soarelui, pe lîngă citirile ceasului și cercului orizontal, se fac citiri și pe cercul vertical pentru determinarea distanței zenitale.

Deoarece în lunetă Soarele apare sub forma unui disc destul de mare nu se poate puncta precis centrul său. De aceea, Soarele se observă în fiecare din cele patru cadrane ale reticulului ocular, tangent la cele două axe perpendiculare, în ordinea și în poziția cercului, așa cum este indicat în figura 222. Acest sistem de punctare duce la eliminarea corecției de semidiam tru a Soarelui.

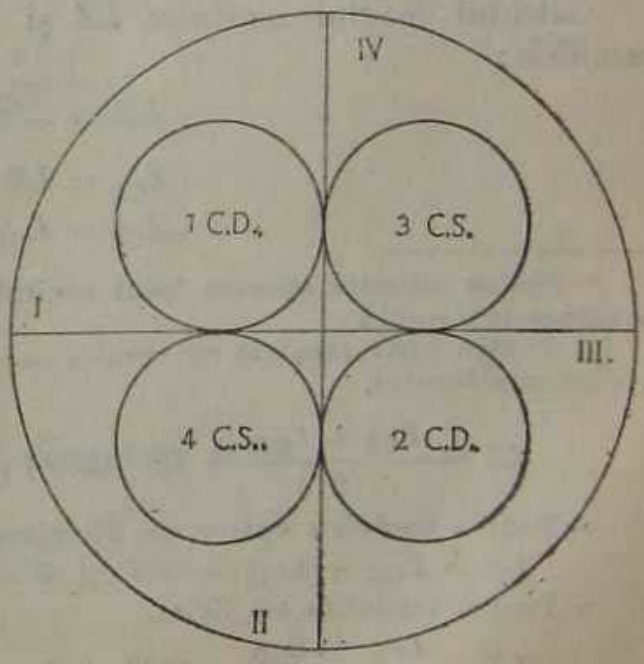
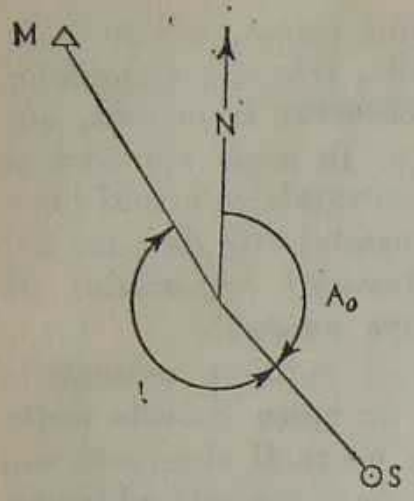


FIG. 222

Pe timpul observării Soarelui operatorul urmărește mișcarea acestuia rotind cele două șuruburi micrometrice de mișcare în plan orizontal și vertical ale teodolitului și în momentul în care Soarele ajunge tangent la cele două fire reticulare perpendiculare operatorul dă un top, la care secretarul citește pe cronometru timpul corespunzător. Operațiile de măsurare se efec-

tuează ca și în cazul observațiilor la Steaua Polară. Observațiile se înscriu într-un jurnal de observații, al cărui model este prezentat mai jos.



JURNAL DE OBSERVAȚII

Punctul de stație: Movila Mare

Latitudinea $\varphi = 44°25',8$

Data: 10.10.1964

Teodolit: TT. 30

Operator Lt. Vancu V

Obiect vizat	Cerc	CEAS		Citiri pe cercul orizontal	Media	Citiri pe cercul vertical	Media	Z
		Citiri	Media					
Semnal	C.D.	—		274°48′,8	274°48′,8	151°50′,9	151°50′,9	
⊙|	C.D.	10^h40^m	10^h42^m	79.36,8	80.16,9	202.07, 6	202.02, 9	36°59′,4
|⊙	C.D.	10.44		80.57,0		201.58,1		
Semnal	C.D.	—		274.48,9		151.50,8		
Semnal	C.S.	—		94.49,4		326.13,6		
|⊙	C.S.	10.58	10.59	265.29,0		274.18,1		
⊙|	C.S.	11.01		266.52,0	266.10,5	274.29,7	274.23,9	35°21′,6
Semnal	C.S.	—		94.49,4	94.49,4	326.13,7	326.13,7	

Calculul locului zenitului LZ și al distanței zenitale Z^* se face după formulele:

$$LZ = \frac{L_{CD} + L_{CS}}{2};$$

$$Z_{CD} = LZ - L_{CD};$$

$$Z_{CS} = L_{CS} - LZ;$$

* Pentru diferite aparate locul zenitului și distanța zenitală se calculează după următoarele formule:

— Pentru instrumentele cu vernier sau microscop micrometru, cu diviziunea zero la verticala locului,

$$LZ = \frac{L_{CS} + L_{CD}}{2} + 180° \ (200^g) \text{ și } Z = \frac{L_{CS} - L_{CD}}{2} + 180° \ (200^g).$$

— Pentru teodolite optice, cu diviziunea zero în plan orizontal,

$$LZ = L_{CS} + L_{CD} - 200^g \text{ și } Z = L_{CD} - L_{CS} + 100^g.$$

— Pentru teodolite tip Zeiss,

$$LZ = \frac{L_{CS} + L_{CD}}{2} - 100^g \text{ și } Z = \frac{L_{CD} - L_{CS}}{2} + 100^g.$$

adică:

$$
\begin{aligned}
LZ &= 151.50,9 \\
&\quad \underline{326.13,7} \\
&\quad 478.04,6:2, \\
LZ &= 239.02,3; \\
Z_{CD} &= 239.02,3 \\
&\quad \underline{202.02,9} \\
&\quad 36.59,4; \\
Z_{CS} &= 274.23,9 \\
&\quad \underline{239.02,3} \\
&\quad 35.21,6
\end{aligned}
$$

14.5.4.2 *Efectuarea calculelor*

Calculul determinării azimutului după observații la Soare se face cu ajutorul logaritmilor. Operațiile de calcul se fac prin folosirea formulei cosinusului unghiului pe jumătate și anume:

$$\cos \frac{a_\odot}{2} = \sqrt{\frac{\sin s \sin (s-p)}{\sin z_\odot \sin c}},$$

unde:

$$s = \frac{z_\odot + p + c}{2},$$

în care:

$c = 90 - \varphi$(colatitudinea);

$p = 90 - \delta$ (distanța polară);

$z_\odot$ = distanța zenitală a Soarelui;

$a_\odot$ = azimutul Soarelui, considerat direct de la N.

Azimutul direcției căutate va fi:

$A_M = a_\odot + L$, în care $L = L_m - L_\odot$.

Se dă mai jos un exemplu de calcul al azimutului prin observații asupra Soarelui.

Tabel calcule

Formule	C.D.	C.S.	Observaţii
$T.L.$	16^h42^m	10^h59^m	
$T.U.$	$8^h,7$	$9^h,0$	$T.U. = T.L. - 2^h$, în ore
$\delta_\odot$	$12°48',7$	$12°48',9$	Din anuar, interpolat pentru $T.U.$
Z	36.59,4	35.21,6	
h	53.00,6	54.38,4	$h = 90 - Z$
ρ	+0,7	+ 0,7	*
$Z_\odot$	37.00,1	35.22,3	$Z_\odot = Z + \rho$
p	77.11,3	77.11,1	$p = 90 - \delta$
c	45.34,2	45.34,2	$c = 90 - \varphi$
$2s$	159.45,6	158.07,6	$2s = Z + p + c$
s	79.52,8	79.03,8	
$s - p$	2.41,5	1.52,7	
log sin s	$\bar{1}$,99319	$\bar{1}$,99204	
log sin $(s-p)$	$\bar{2}$,67173	$\bar{2}$,51559	
colog sin c	0,14623	0,14623	
colog sin $Z_\odot$	0,22053	0,23743	
2 log cos $\frac{a_\odot}{2}$	$\bar{1}$,03168	$\bar{2}$,89129	
log cos $\frac{a_\odot}{2}$	$\bar{1}$,51584	$\bar{1}$,44564	
$\frac{a_\odot}{2}$	70°51',7	73°47',6	
$a_\odot$	141.43,5	147.35,2	
L	194.31,9	188.38,9	
A_M	336.15,4	336.14,1	
A_M mediu	336°14',8		

* Pentru a obţine adevărata distanţă zenitală $Z_\odot$ este necesar a calcula corecţia de refracţie ρ; această corecţie se interpolează în funcţie de înălţimea h în tabele speciale, care se găsesc în anuarele astronomice (tabela model nr. 9).

TABELE AJUTĂTOARE PENTRU EXECUTAREA CALCULELOR

Tabela 1

TRANSFORMAREA GRADELOR ȘI FRACȚIUNILOR DE GRAD ÎN ORE ȘI FRACȚIUNI DE ORĂ

Transformarea gradelor în ore și minute de timp

Grade	0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°
°	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
0	0 00	0 04	0 08	0 12	0 16	0 20	0 24	0 28	0 32	0 36
10	0 40	0 44	0 48	0 52	0 56	1 00	1 04	1 08	1 12	1 16
20	1 20	1 24	1 28	1 32	1 36	1 40	1 44	1 48	1 52	1 56
30	2 00	2 04	2 08	2 12	2 16	2 20	2 24	2 28	2 32	2 36
40	2 40	2 44	2 48	2 52	2 56	3 00	3 04	3 08	3 12	3 16
50	3 20	3 24	3 28	3 32	3 36	3 40	3 44	3 48	3 52	3 56
60	4 00	4 04	4 08	4 12	4 16	4 20	4 24	4 28	4 32	4 36
70	4 40	4 44	4 48	4 52	4 56	5 00	5 04	5 08	5 12	5 16
80	5 20	5 24	5 28	5 32	5 36	5 40	5 44	5 48	5 52	5 56
90	6 00	6 04	6 08	6 12	6 16	6 20	6 24	6 28	6 32	6 36
100	6 40	6 44	6 48	6 52	6 56	7 00	7 04	7 08	7 12	7 16
110	7 20	7 24	7 28	7 32	7 36	7 40	7 44	7 48	7 52	7 56
120	8 00	8 04	8 08	8 12	8 16	8 20	8 24	8 28	8 32	8 36
130	8 40	8 44	8 48	8 52	8 56	9 00	9 04	9 08	9 12	9 16
140	9 20	9 24	9 28	9 32	9 36	9 40	9 44	9 48	9 52	9 56
150	10 00	10 04	10 08	10 12	10 16	10 20	10 24	10 28	10 32	10 36
160	10 40	10 44	10 48	10 52	10 56	11 00	11 04	11 08	11 12	11 16
170	11 20	11 24	11 28	11 32	11 36	11 40	11 44	11 48	11 52	11 56
180	12 00	12 04	12 08	12 12	12 16	12 20	12 24	12 28	12 32	12 36
190	12 40	12 44	12 48	12 52	12 56	13 00	13 04	13 08	13 12	13 16
200	13 20	13 24	13 28	13 32	13 36	13 40	13 44	13 48	13 52	13 56
210	14 00	14 04	14 08	14 12	14 16	14 20	14 24	14 28	14 32	14 36
220	14 40	14 44	14 48	14 52	14 56	15 00	15 04	15 08	15 12	15 16
230	15 20	15 24	15 28	15 32	15 36	15 40	15 44	15 48	15 52	15 56
240	16 00	16 04	16 08	16 12	16 16	16 20	16 24	16 28	16 32	16 36
250	16 40	16 44	16 48	16 52	16 56	17 00	17 04	17 08	17 12	17 16
260	17 20	17 24	17 28	17 32	17 36	17 40	17 44	17 48	17 52	17 56
270	18 00	18 04	18 08	18 12	18 16	18 20	18 24	18 28	18 32	18 36
280	18 40	18 44	18 48	18 52	18 56	19 00	19 04	19 08	19 12	19 16
290	19 20	19 24	19 28	19 32	19 36	19 40	19 44	19 48	19 52	19 56
300	20 00	20 04	20 08	20 12	20 16	20 20	20 24	20 28	20 32	20 36
310	20 40	20 44	20 48	20 52	20 56	21 00	21 04	21 08	21 12	21 16
320	21 20	21 24	21 28	21 32	21 36	21 40	21 44	21 48	21 52	21 56
330	22 00	22 04	22 08	22 12	22 16	22 20	22 24	22 28	22 32	22 36
340	22 40	22 44	22 48	22 52	22 56	23 00	23 04	23 08	23 12	23 16
350	23 20	23 24	23 28	23 32	23 36	23 40	23 44	23 48	23 52	23 56
360	24 00									

Tabela 2

TRANSFORMAREA GRADELOR ŞI FRACŢIUNILOR DE GRAD ÎN ORE ŞI FRACŢIUNI DE ORĂ

1. Transformarea minutelor de arc în minute şi secunde de timp

2. Transformarea secundelor şi zecimilor de secunde de arc în secunde şi fracţiuni zecimale de secundă de timp

Minute				Secunde				Fracţiuni de secundă		Minute				Secunde				Fracţiuni de secundă	
Arc	Timp	Arc	Timp	Arc	Timp	Arc	Timp	Arc	Timp	Arc	Timp	Arc	Timp	Arc	Timp	Arc	Timp	Arc	Timp
′	m s	′	m s	″	s	″	s	″	s	′	m s	′	m	″	s	″	s	″	s
0	0 00	30	2 00	0	0,00	30	2,00	0,0	0,000	15	1 00	45	3 00	15	1,00	45	3,00	0,6	0,040
1	0 04	31	2 04	1	0,07	31	2,07			16	1 04	46	3 04	16	1,07	46	3,07		
2	0 08	32	2 08	2	0,13	32	2,13			17	1 08	47	3 08	17	1,13	47	3,13		
3	0 12	33	2 12	3	0,20	33	2,20	0,1	0,007	18	1 12	48	3 12	18	1,20	48	3,20	0,7	0,047
4	0 16	34	2 16	4	0,27	34	2,27			19	1 16	49	3 16	19	1,27	49	3,27		
5	0 20	35	2 20	5	0,33	35	2,33	0,2	0,013	20	1 20	50	3 20	20	1,33	50	3,33	0,8	0,053
6	0 24	36	2 24	6	0,40	36	2,40			21	1 24	51	3 24	21	1,40	51	3,40		
7	0 28	37	2 28	7	0,47	37	2,47			22	1 28	52	3 28	22	1,47	52	3,47		
8	0 32	38	2 32	8	0,53	38	2,53	0,3	0,020	23	1 32	53	3 32	23	1,53	53	3,53	0,9	0,060
9	0 36	39	2 36	9	0,60	39	2.60			24	1 36	54	3 36	24	1,60	54	3,60		
10	0 40	40	2 40	10	0,67	40	2,67	0,4	0,027	25	1 40	55	3 40	25	1,67	55	3,67	1,0	0,067
11	0 44	41	2 44	11	0,73	41	2,73			26	1 44	56	3 44	26	1,73	56	3,73		
12	0 48	42	2 48	12	0,80	42	2,80			27	1 48	57	3 48	27	1,80	57	3,80		
13	0 52	43	2 52	13	0,87	43	2,87	0,5	0,033	28	1 52	58	3 52	28	1,87	58	3,87		
14	0 56	44	2 56	14	0,93	44	2,93			29	1 56	59	3 56	29	1,93	59	3,93		
										30	2 00	60	4 00	30	2,00	60	4,00		

Tabela 3

TRANSFORMAREA TIMPULUI MIJLOCIU ÎN TIMP SIDERAL

(Argument timp mijlociu)

Ore	Corecția	Minute	Corecția	Minute	Corecția	Secunde	Corecția	Secunde	Corecția
h	m s	m	s	m	s	s	s	s	s
0	0 00,00	0	0,00	30	+4,93	0	0,00	30	+0,08
1	+0 09,86	1	+0,16	31	5,09	1	0,00	31	0,08
2	0 19,71	2	0,33	32	5,26	2	+0,01	32	0,09
3	0 29,57	3	0,49	33	5,42	3	0,01	33	0,09
4	0 39,43	4	0,66	34	5,59	4	0,01	34	0,09
5	0 49,28	5	0,82	35	5,75	5	0,01	35	0,10
6	0 59,14	6	0,99	36	5,92	6	0,02	36	0,10
7	1 09,00	7	1,15	37	6,08	7	0,02	37	0,10
8	1 18,85	8	1,31	38	6,24	8	0,02	38	0,10
9	1 28,71	9	1,48	39	6,41	9	0,03	39	0,11
10	1 38,57	10	1,64	40	6,57	10	0,03	40	0,11
11	1 48,42	11	1,81	41	6,74	11	0,03	41	0,11
12	1 58,28	12	1,97	42	6,90	12	0,03	42	0,12
13	2 08,13	13	2,14	43	7,07	13	0,04	43	0,12
14	2 17,99	14	2,30	44	7,23	14	0,04	44	0,12
15	2 27,85	15	2,46	45	7,39	15	0,04	45	0,12
16	2 37,70	16	2,63	46	7,56	16	0,04	46	0,13
17	2 47,56	17	2,79	47	7,72	17	0,05	47	0,13
18	2 57,42	18	2,96	48	7,89	18	0,05	48	0,13
19	3 07,27	19	3,12	49	8,05	19	0,05	49	0,13
20	3 17,13	20	3,29	50	8,22	20	0,06	50	0,14
21	3 26,99	21	3,45	51	8,38	21	0,06	51	0,14
22	3 36,84	22	3,61	52	8,54	22	0,06	52	0,14
23	+3 46,70	23	3,78	53	8,71	23	0,06	53	0,15
		24	3,94	54	8,87	24	0,07	54	0,15
		25	4,11	55	9,04	25	0,07	55	0,15
		26	4,27	56	9,20	26	0,07	56	0,15
		27	4,44	57	9,37	27	0,07	57	0,16
		28	4,60	58	9,53	28	0,08	58	0,16
		29	+4,76	59	+9,69	29	+0,08	59	+0,16

AUGUST 1965

Ziua lunii	SOARELE				
	0h Timpul Efemeridelor				Timp sideral la 0h Timp Universal
	Ascensia dreaptă	Declinația	Semi-diametrul	Ecuația timpului	
	h m s	° ′ ″	′ ″	m s	h m s
1	8 43 50,1	+18 08 00	15 47	−6 16	20 37 33,8
2	8 47 43,1	17 52 53	15 47	6 13	20 41 30,3
3	8 51 35,5	17 37 28	15 47	6 09	20 45 26,9
4	8 55 27,3	17 21 46	15 47	6 04	20 49 23,4
5	8 59 18,4	17 05 47	15 48	5 58	20 53 20,0
6	9 03 08,9	16 49 32	15 48	5 52	20 57 16,6
7	9 06 58,8	16 33 00	15 48	5 46	21 01 13,1
8	9 10 48,1	16 16 13	15 48	5 38	21 05 09,7
9	9 14 36,8	15 59 10	15 48	5 31	21 09 06,2
10	9 18 24,9	15 41 51	15 48	5 22	21 13 02,8
11	9 22 12,4	15 24 18	15 48	5 13	21 16 59,4
12	9 25 59,4	15 06 30	15 49	5 03	21 20 55,9
13	9 29 45,7	14 48 27	15 49	4 53	21 24 52,5
14	9 33 31,6	14 30 10	15 49	4 43	21 28 49,0
15	9 37 16,8	14 11 40	15 49	4 31	21 32 45,6
16	9 41 01,6	13 52 55	15 49	4 19	21 36 42,1
17	9 44 45,9	13 33 58	15 49	4 07	21 40 38,7
18	9 48 29,6	13 14 47	15 50	3 54	21 44 35,2
19	9 52 12,9	12 55 24	15 50	3 41	21 48 31,8
20	9 55 55,6	12 35 49	15 50	3 27	21 52 28,3
21	9 59 38,0	12 16 01	15 50	3 13	21 56 24,9
22	10 03 19,9	11 56 02	15 50	2 58	22 00 21,4
23	10 07 01,3	11 35 51	15 51	2 43	22 04 18,0
24	10 10 42,3	11 15 29	15 51	2 28	22 08 14,6
25	10 14 22,9	10 54 57	15 51	2 12	22 12 11,1
26	10 18 03,1	10 34 14	15 51	1 55	22 16 07,7
27	10 21 42,9	10 13 20	15 51	1 39	22 20 04,2
28	10 25 22,3	9 52 17	15 52	1 22	22 24 00,8
29	10 29 01,3	9 31 05	15 52	1 04	22 27 57,3
30	10 32 40,0	9 09 44	15 52	0 46	22 31 53,9
31	10 36 18,3	+8 48 13	15 52	−0 28	22 35 50,4

TRANSFORMAREA ORELOR ȘI FRACȚIUNILOR DE ORĂ ÎN GRADE ȘI FRACȚIUNI DE GRAD

Ore	Grade	Minute	Grade minute	Minute	Grade minute	Secunde	Minute secunde	Secunde	Minute secunde	Zecimi de secundă de timp	Secunde
h	°	m	° ′	m	° ′	s	′ ″	s	′ ″	s	″
1	15	1	0 15	30	7 30	1	0 15	30	7 30	0,1	1,50
2	30	2	0 30	31	7 45	2	0 30	31	7 45	0,2	3,00
3	45	3	0 45	32	8 00	3	0 45	32	8 00	0,3	4,50
4	60	4	1 00	33	8 15	4	1 00	33	8 15	0,4	6,00
5	75	5	1 15	34	8 30	5	1 15	34	8 30	0,5	7,50
6	90	6	1 30	35	8 45	6	1 30	35	8 45	0,6	9,00
7	105	7	1 45	36	9 00	7	1 45	36	9 00	0,7	10,50
8	120	8	2 00	37	9 15	8	2 00	37	9 15	0,8	12 00
9	135	9	2 15	38	9 30	9	2 15	38	9 30	0,9	13,50
10	150	10	2 30	39	9 45	10	2 30	39	9 45	1,0	15,00
11	165	11	2 45	40	10 00	11	2 45	40	10 00	Sutimi de secundă de timp	Secunde
12	180	12	3 00	41	10 15	12	3 00	41	10 15		
13	195	13	3 15	42	10 30	13	3 15	42	10 30		
14	210	14	3 30	43	10 45	14	3 30	43	10 45		
15	225	15	3 45	44	11 00	15	3 45	44	11 00		
16	240	16	4 00	45	11 15	16	4 00	45	11 15		
17	255	17	4 15	46	11 30	17	4 15	46	11 30		
18	270	18	4 30	47	11 45	18	4 30	47	11 45		
19	285	19	4 45	48	12 00	19	4 45	48	12 00		
20	300	20	5 00	49	12 15	20	5 00	49	12 15		
21	315	21	5 15	50	12 30	21	5 15	50	12 30	0,01	0,15
22	330	22	5 30	51	12 45	22	5 30	51	12 45	0,02	0,30
23	345	23	5 45	52	13 00	23	5 45	52	13 00	0,03	0,45
24	360	24	6 00	53	13 15	24	6 00	53	13 15	0,04	0,60
		25	6 15	54	13 30	25	6 15	54	13 30	0,05	0,75
		26	6 30	55	13 45	26	6 30	55	13 45	0,06	0,90
		27	6 45	56	14 00	27	6 45	56	14 00	0,07	1,05
		28	7 00	57	14 15	28	7 00	57	14 15	0,08	1,20
		29	7 15	58	14 30	29	7 15	58	14 30	0,09	1,35
		30	7 30	59	14 45	30	7 30	59	14 45	0,10	1,50
				60	15 00			60	15 00		

Tabela 6

AZIMUTUL STELEI POLARE

t \ φ	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	φ / t
h m	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	h m
8 00	1 02,2	1 03,1	1 04,2	1 05,3	1 06,4	1 07,6	1 08,9	1 10,3	1 11,7	16 00
10	00,5	01,5	02,5	03,5	04,7	05,8	07,1	08,4	09,8	15 50
20	0 58,7	0 59,7	00,6	01,7	02,8	03,9	05,1	06,4	07,7	40
30	56,9	57,8	0 58,7	0 59,7	00,8	01,9	03,0	04,2	05,6	30
40	54,9	55,7	56,7	57,6	0 58,6	0 59,7	00,8	02,0	03,3	20
8 50	52,8	53,6	54,5	55,4	56,4	57,4	0 58,5	0 59,7	00,8	10
9 00	0 50,6	0 51,4	0 52,2	0 53,1	0 54,1	0 55,0	0 56,1	0 57,2	0 58,3	15 00
10	48,3	49,1	49,9	50,7	51,6	52,6	53,6	54,6	55,7	14 50
20	46,0	46,7	47,5	48,3	49,1	50,0	50,9	51,9	53,0	40
30	43,5	44,2	44,9	45,7	46,5	47,3	48,2	49,1	50,1	30
40	41,0	41,6	42,3	43,0	43,8	44,6	45,4	46,3	47,2	20
9 50	38,4	39,0	39,6	40,3	41,0	41,7	42,5	43,3	44,2	14 10

Tabela 7

CORECȚII DE ADUS VALORILOR DIN TABELA 6

Azimut / p	0′	10′	20′	30′	40′	50′	60′	70′	80′	90′	100′	Azimut / p
′ ″	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′ ″
0 53 15	0,0	—0,1	—0,2	—0,3	—0,3	—0,4	—0,5	—0,6	—0,7	—0,8	—0,9	05315
20	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	20
25	0,0	—0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	25
30	0,0	0,0	—0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	30
35	0,0	0,0	0,0	—0,1	—0,1	—0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	35
40	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	—0,1	—0,1	—0,1	—0,1	—0,1	40
45	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	+0,1	+0,1	45
50	0,0	0,0	0,0	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,2	+0,2	0,2	0,2	50
55	0,0	0,0	+0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	55
0 54 00	0,0	+0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	05400
05	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	05
10	0,0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,3	+0,4	+0,5	+0,6	+0,7	+0,8	+0,8	10

STEAUA POLARĂ 1965

Elemente pentru determinarea orei trecerii superioare a Stelei Polare la meridianul de longitudine estică L (timp legal)

Luna / Ziua	Mai			Iunie			Iulie			August			Luna / Ziua
	τ	p	α	τ	p	α	τ	p	α	τ	p	α	
	h m s	° ′ ″	h m s	h m s	° ′ ″	h m s	h m s	° ′ ″	h m s	h m s	° ′ ″	h m s	
1	11 21 11	0 53 56	1 57 53,3	9 19 41	0 54 04	1 58 16,4	7 22 20	0 54 07	1 58 52,8	5 21 09	0 54 05	1 59 35,5	*1*
2	11 17 16	56	53,9	9 15 46	04	17,5	7 18 25	07	54,0	5 17 14	05	36,8	*2*
3	11 13 20	57	54,5	9 11 51	04	18,5	7 14 30	07	55,2	5 13 20	05	38,3	*3*
4	11 09 25	57	55,2	9 07 56	04	19,5	7 10 35	07	56,4	5 09 25	05	39,7	*4*
5	11 05 30	57	55,8	9 04 01	04	20,4	7 06 41	07	57,6	5 05 31	05	41,2	*5*
6	11 01 34	57	56,3	9 00 06	04	21,3	7 02 46	07	1 58 59,0	5 01 37	05	42,8	*6*
7	10 57 39	58	56,8	8 56 11	04	22,2	6 58 52	07	1 59 00,4	4 57 42	05	44,3	*7*
8	10 53 33	58	57,2	8 52 16	05	23,2	6 54 57	07	01,9	4 53 48	04	45,8	*8*
9	10 49 48	58	57,5	8 48 21	05	24,4	6 51 03	07	03,4	4 49 53	04	47,2	*9*
10	10 45 52	58	57,9	8 44 27	05	25,6	6 47 09	07	05,0	4 45 59	04	48,5	*10*
11	10 41 57	59	58,4	8 40 32	05	26,8	6 43 14	07	06,5	4 42 05	04	49,8	*11*
12	10 38 02	59	58,9	8 36 37	05	28,2	6 39 20	07	08,0	4 38 09	04	51,0	*12*
13	10 34 06	0 53 59	1 57 59,6	8 32 43	05	29,5	6 35 25	07	09,5	4 34 15	03	52,1	*13*
14	10 30 11	0 54 00	1 58 00,4	8 28 48	06	30,8	6 31 31	07	10,9	4 30 20	03	53,3	*14*
15	10 26 16	00	01,2	8 24 54	06	32,1	6 27 36	07	12,2	4 26 25	03	54,4	*15*
16	10 22 21	00	02,1	8 20 59	06	33,4	6 23 42	07	13,5	4 22 30	03	55,6	*16*
17	10 18 26	00	02,9	8 17 04	06	34,5	6 19 47	07	14,7	4 18 36	03	56,8	*17*
18	10 14 31	01	03,8	8 13 09	06	35,7	6 15 52	07	15,9	4 14 41	03	58,2	*18*
19	10 10 36	01	04,6	8 09 15	06	36,8	6 11 58	07	17,2	4 10 47	02	1 59 59,5	*19*
20	10 06 41	01	05,4	8 05 20	06	37,9	6 08 03	07	18,5	4 06 52	02	2 00 01,0	*20*
21	10 02 45	01	06,2	8 01 25	06	38,9	6 04 08	07	19,9	4 02 58	02	02,4	*21*
22	9 58 50	01	06,9	7 57 30	06	40,1	6 00 14	06	21,4	3 59 03	02	03,9	*22*
23	9 54 55	02	07,6	7 53 35	06	41,3	5 56 20	06	22,9	3 55 09	01	05,3	*23*
24	9 51 00	02	08,3	7 49 41	07	42,6	5 52 25	06	24,5	3 51 14	01	06,5	*24*
25	9 47 05	02	08,9	7 45 46	07	44,0	5 48 31	06	26,2	3 47 19	01	07,7	*25*
26	9 43 10	02	09,8	7 41 52	07	45,5	5 44 37	06	27,7	3 43 24	01	08,7	*26*
27	9 39 15	03	10,6	7 37 58	07	47,1	5 40 42	06	29,3	3 39 29	00	09,7	*27*
28	9 35 20	03	11,6	7 34 03	07	48,7	5 36 48	06	30,6	3 35 35	00	10,7	*28*
29	9 31 25	03	12,7	7 30 09	07	50,1	5 32 53	06	31,9	3 31 40	00	11,8	*29*
30	9 27 30	03	13,9	7 26 14	0 54 07	1 58 51,5	5 28 58	05	33,1	3 27 45	0 54 00	12,9	*30*
31	9 23 35	0 54 03	1 58 15,2				5 25 04	0 54 05	1 59 34,3	3 23 50	0 53 59	2 00 14,2	*31*

REFRACȚII NORMALE

Înălțimea aparentă	Refracția	Dif. pentru 10'	Înălțimea aparentă	Refracția	Dif. pentru 10'	Înălțimea aparentă	Refracția	Dif. pentru 10'
° '	' "	"	° '	' "	'	° '	' "	'
40 00	1 11,51		43 30	1 03,26		47 00	0 56,00	
		0,42			0,37			0,33
10	1 11,09		40	1 02,89		10	0 55,67	
		0,41			0,36			0,32
20	1 10,68		50	1 02,53		20	0 55,35	
		0,41			0,36			0,33
30	1 10,27		44 00	1 02,17		30	0 55,02	
		0,42			0,36			0,32
40	1 09,85		10	1 01,81		40	0 54,70	
		0,41			0,36			0,31
50	1 09,44		20	1 01,45		50	0 54,39	
		0,40			0,36			0,32
41 00	1 09,04		30	1 01,09		48 00	0 54,07	
		0,40			0,35			0,310
10	1 08,64		40	1 00,74		49 00	0 52,21	
		0,40			0,35			0,302
20	1 08,24		50	1 00,39		50 00	0 50,40	
		0,40			0,35			0,293
30	1 07,84		45 00	1 00,04		51 00	0 48,64	
		0,40			0,35			0,287
40	1 07,44		10	0 59,69		52 00	0 46,92	
		0,39			0,34			0,277
50	1 07,05		20	0 59,35		53 00	0 45,26	
		0,38			0,35			0,270
42 00	1 06,67		30	0,59,00		54 00	0 43,64	
		0,39			0,34			0,263
10	1 06,28		40	0 58,66		55 00	0 42,06	
		0,39			0,34			0,257
20	1 05,89		50	0 58,32		56 00	0 40,52	
		0,38			0,34			0,252
30	1 05,51		46 00	0 57,98		57 00	0 39,01	
		0,38			0,33			0,245
40	1 05,13		10	0 57,65		58 00	0 37,54	
		0,38			0,34			0,240
50	1 04,75		20	0 57,31		59 00	0 36,10	
		0,38			0,33			0,235
43 00	1 04,37		30	0 56,98		60 00	0 34,69	
		0,37			0,33			0,230
10	1 04,00		40	0 56,65		61 00	0 33,31	
		0,37			0,33			0,227
20	1 03,63		50	0 56,32		62 00	0 31,95	
		0,37			0,32			0,223
30	1 03,26		47 00	0 56,00		63 00	0 30,61	

CAPITOLUL al 15-lea

Instrumente şi aparate folosite în topografie pentru lucrări expeditive

15.1 Instrumente pentru trasarea aliniamentelor și unghiurilor

15.1.1 Instrumente

15.1.1.1 *Jalonul*

Jalonul este un instrument simplu, confecționat din lemn, avînd o lungime de 2 m. Pentru a putea fi observat cu ușurință în teren acesta este vopsit în culorile roșu și alb, din 20 în 20 cm. La capătul de jos este prevăzut cu un sabot de fier, pentru a putea fi înfipt cu mîna direct în pămînt, cînd terenul permite aceasta. Cînd acest lucru nu este posibil, jalonul este sprijinit cu un trepied metalic (fig. 223).

În cazurile cînd nu se dispune de jaloane confecționate dinainte acestea se pot înlocui cu prăjini de diferite lungimi; pentru ca acestea să se vadă mai bine și să se deosebească unele de altele se leagă de ele șomoioage de paie, fanioane sau alte semne (fig. 224).

FIG. 223

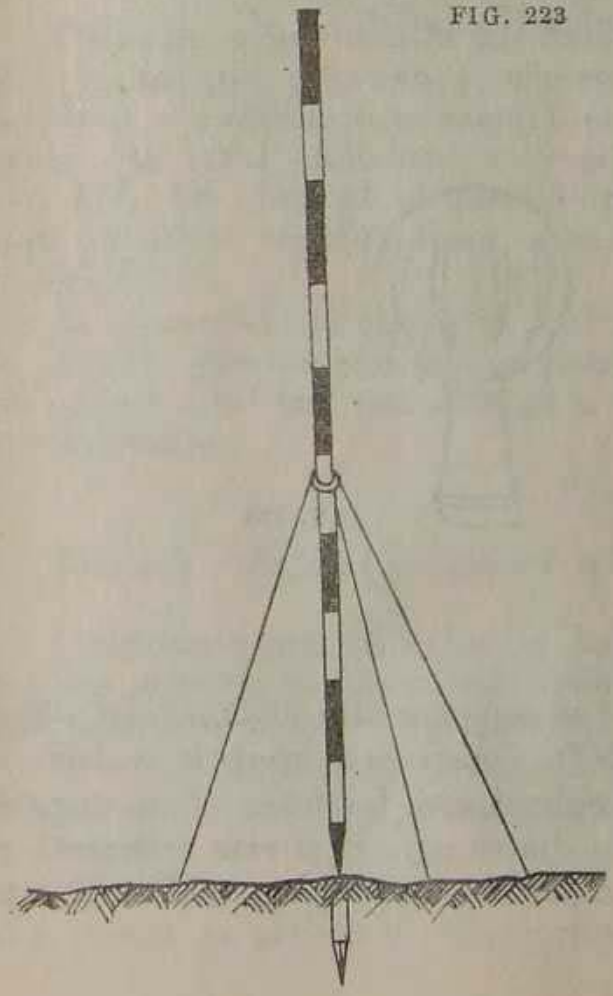
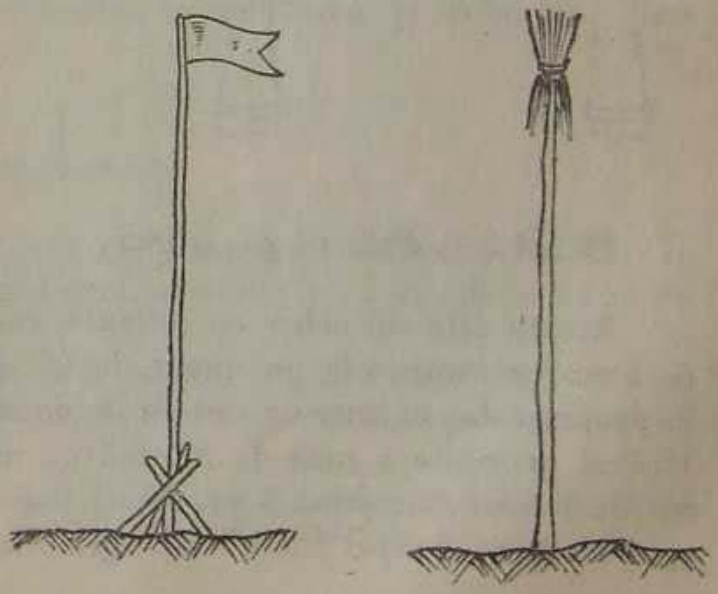


FIG. 224



Jalonul este un instrument ce se folosește pentru semnalizarea pe teren a unui aliniament. Pentru a măsura pe teren o distanță mai mare de 100—150 m, aceasta în prealabil trebuie jalonată. Prin *jalonare* se înțelege așezarea pe aliniament a unui număr de jaloane care să fie într-un singur plan vertical, ce trece prin punctul inițial și final al distanței de măsurat. În mod obișnuit jaloanele se așază vertical, la distanțe aproximativ egale între ele (100—150 m pe teren șes și 20—100 m pe teren înclinat). Verticalitatea jaloanelor se controlează cu ajutorul unui fir cu plumb, din două direcții perpendiculare. Jalonarea pînă la distanța de 400 m se poate executa cu ochiul liber; peste acesată distanță se recomandă folosirea binoclului sau a lunetei unui aparat.

15.1.1.2 *Echerul simplu (arpentor, mecanic)*

Echerul este un instrument cu ajutorul căruia se pot construi direct pe teren unghiuri de 45° (50^g) sau de 90° (100^g). Echerele sînt de trei feluri: cu *viză directă*, cu *reflexie* și cu *refracție și reflexie*.

Echerul simplu (arpentor, mecanic) este un echer cu viză directă și este format dintr-un cilindru sau o prismă octogonală, goale pe dinăuntru, în ai căror pereți sînt tăiate ferestruici continuate prin tăieturi, dispuse astfel încît planurile de vizare să formeze între ele unghiuri de 45° (50^g). Ferestruicile sînt prevăzute la mijloc cu fire de păr. Echerul are un locaș la baza inferioară, destinat așezării acestuia în capul unui jalon (fig. 225).

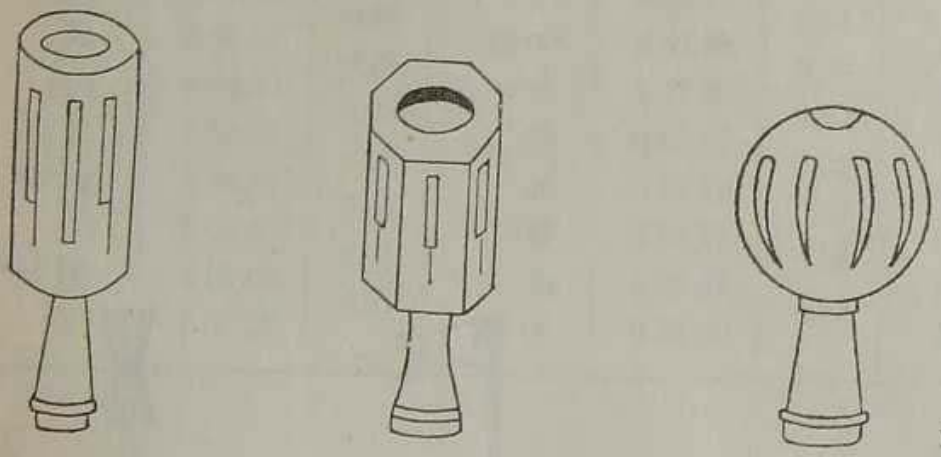


FIG. 225

15.1.1.3 *Echerul cu oglinzi*

Acesta este un echer cu reflexie, care se compune din două *oglinzi plane*, ce formează între ele un unghi de 45° (50^g). Construcția acestuia se bazează pe proprietatea că într-un sistem de două oglinzi, care fac între ele un unghi α, dacă se primește o rază de lumină pe una dintre oglinzi și este reflectată pe cea de-a doua, unghiul β pe care-l face *raza incidentă* cu *raza reflectată* este egal cu 2 α, dublul unghiului oglinzilor.

În figura 226, din triunghiul BCN se poate scrie că:

$$\alpha = i + r,$$

iar din triunghiul BCM, că:

$$\beta = 2i + 2r;$$

deci:

$$\beta = 2\alpha.$$

Prin urmare în cazul cînd $\alpha = 45°$ (50^g), $\beta = 90°(100^g)$. În concluzie, sistemul de oglinzi poate fi folosit ca un echer.

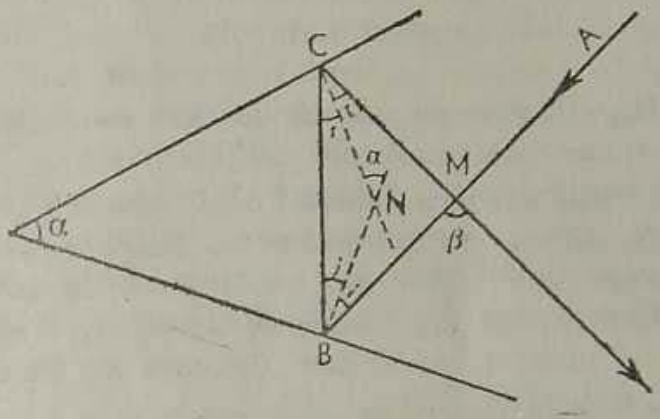


FIG. 226

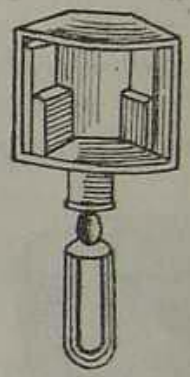


FIG. 227

Oglinzile echerului sînt montate pe un cadru metalic sau de lemn, prevăzut cu ferestre, prin care se observă imaginile formate în oglinzi. Pe partea inferioară a cadrului este montat un mîner de care se poate lega un fir cu plumb, în cazul cînd este necesară materializarea punctului de stație (fig. 227). Cu ajutorul șuruburilor cu care oglinzile sînt fixate pe cadru se poate modifica unghiul dintre ele, în cazul cînd acesta nu este exact de $45°(50^g)$.

Se construiesc și echere cu trei oglinzi, care formează între ele unghiuri de $45°(50^g)$, precum și altele cu patru oglinzi, montate două cîte două; acestea permit o folosire mai comodă a echerului la ridicarea și coborîrea perpendicularelor.

15.1.1.4 *Echerul cu prisme triunghiulare*

Construcția acestui echer se bazează pe principiul reflexiei totale. În secțiune *prismele* au forma unui triunghi dreptunghic (fig. 228), datorită cărui fapt posedă următoarele proprietăți:

— o rază de lumină ce cade pe prismă sub un *unghi de incidență* α după reflexie totală iese din prismă sub un *unghi de emergență* ε, egal cu unghiul de incidență α;

— unghiul sub care se întîlnește raza incidentă cu raza emergentă, după ce a suferit în prismă o reflexie totală, este de $90°(100^g) \pm 2\alpha$;

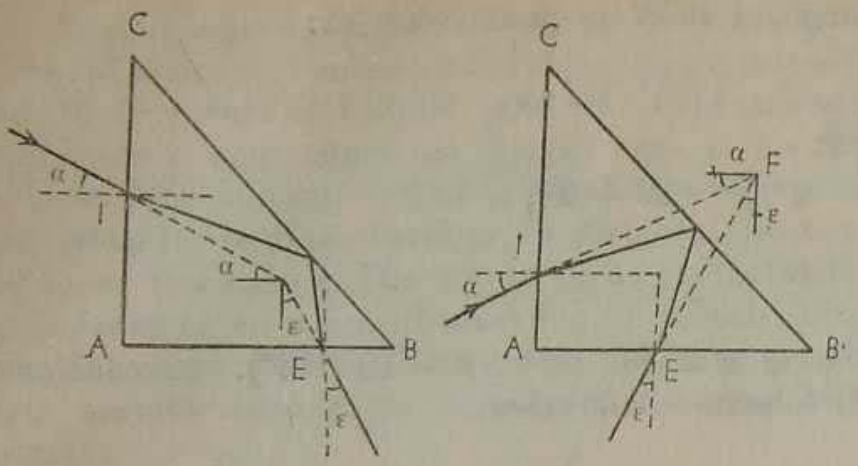


FIG. 228

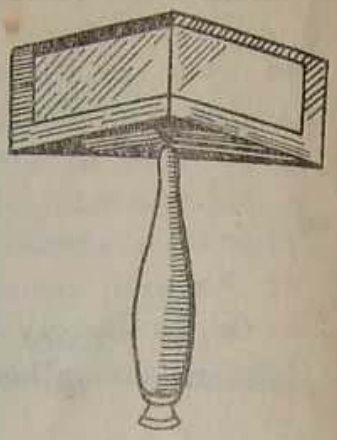


FIG. 229

— unghiul sub care se întîlnește raza incidentă cu raza emergentă, după ce a suferit în prismă două reflexii totale, este de 90°(100^g).

Prisma triunghiulară a echerului este montată într-un cadru metalic care acoperă fața corespunzătoare ipotenuzei secțiunii prismei și cele două baze ale acesteia. Fața corespunzătoare ipotenuzei este argintată. Pe partea inferioară a cadrului este montat un mîner de care se poate atîrna un fir cu plumb (fig. 229).

FIG. 230

Unele echere sînt construite din două prisme triunghiulare suprapuse; în acest caz fețele ipotenuzelor formează un unghi drept. Se mai construiesc și echere cu prismă pentagonală (fig. 230); prisma are două fețe ce formează un unghi drept și alte două neadiacente, care formează un unghi de 45°(50^g). Aceste două fețe din urmă sînt argintate.

15.1.2 **Metode de trasări**

15.1.2.1 *Alinieri*

15.1.2.1.1 *Jalonarea unui aliniament.* Orice jalonare începe prin semnalizarea cu jaloane a capetelor aliniamentului în cauză. Presupunînd că punctul B este vizibil din punctul A (fig. 231), operatorul se așază la circa 2 m în spatele jalonului A și trimite un ajutor cu jaloane către cealaltă extremitate a aliniamentului, care va așeza succesiv jaloanele 1, 2 și 3, începînd dinspre capătul B al aliniamentului. Ajutorul stă lateral față de aliniament, ține cu două-trei degete un jalon suspendat ca să fie în poziție verticală, fiind dirijat pe aliniament de către operator. Acesta, prin semne făcute cu mîna, indică ajutorului deplasarea spre stînga sau spre dreapta a jaloanelor, pînă ce, pe rînd, toate jaloanele apar acoperite. Pentru o corectă aliniere a jaloanelor operatorul trebuie să privească în planul tangent la jaloane, mai întîi pe o parte cu ochiul în O_1, apoi pe partea cealaltă cu ochiul în O_2 (fig. 231). Jalo-

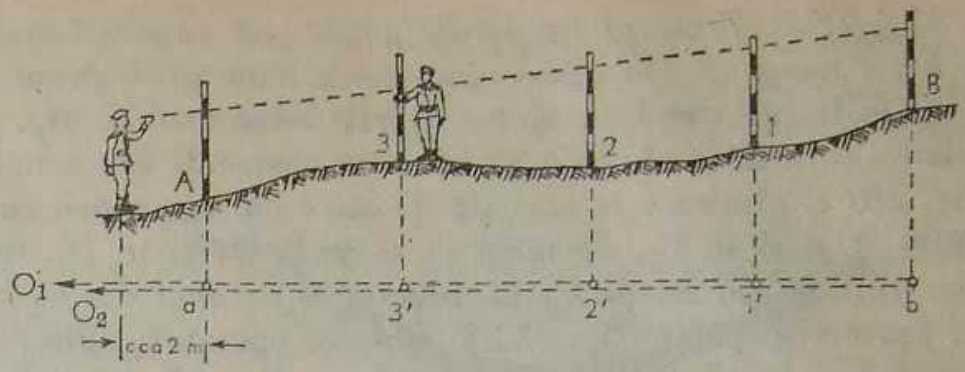


FIG. 231

nul A nu trebuie să fie privit din față, întrucît acesta acoperă un fascicol din cîmpul de vedere, datorită cărui fapt jalonarea nu se poate face precis. Tot din această cauză jalonarea trebuie făcută de la extremitatea îndepărtată spre operator, deoarece diametrul aparent al unui jalon apropiat, care poate a fost așezat cu o mică eroare, ar acoperi jalonele următoare; acestea par că sînt bine așezate chiar dacă nu sînt exact pe aliniament.

Jalonarea unui aliniament se poate face și cu ajutorul echerului simplu. Operatorul se așază cu instrumentul într-un capăt al aliniamentului și vizează celălalt capăt. Fără a schimba poziția echerului, operatorul îl dirijează pe ajutor, care va așeza jalonele de la extremitatea vizată a aliniamentului spre punctul de stație.

Dacă se cere o precizie mare sau aliniamentul este prea lung, alinierea se face cu ajutorul unui aparat cu lunetă. Acesta se instalează centrat în punctul A; operatorul vizează cu firul reticular vertical al lunetei mijlocul părții de jos a jalonului din B, după care, la indicațiile lui, ajutorul așază în mod succesiv jalonele de la B spre A astfel ca firul reticular vertical să se proiecteze pe mijlocul jaloanelor.

15.1.2.1.2 *Prelungirea unui aliniament.* Pentru această operație operatorul se depărtează de jalonul B (fig. 232) pînă la capătul aliniamentului de prelungit și, aliniindu-se prin vize tangențiale la jaloanele A și B, fixează jalonul în C. Pentru verificare se scoate jalonul din B, care, aliniindu-l după jaloanele A și C, trebuie să revină la poziția inițială.

Aceeași operație se poate face, pentru aliniamente nu prea lungi, și cu ajutorul echerului simplu. Operatorul staționează cu echerul în B și vizează spre A, apoi — fără a mișca poziția echerului — vizează prin echer din partea opusă și fixează poziția jalonului în C.

Prelungirea unui aliniament oricît de lung se poate face cu cea mai mare ușurință și precizie prin folosirea unui aparat cu lunetă. Se instalează centrat aparatul în B și se vizează cu firul reticular vertical spre mijlocul părții de jos a jalonului din A; apoi se întoarce luneta aparatului cu 180°(200^g) și se vizează în partea opusă, fixîndu-se jalonul în C.

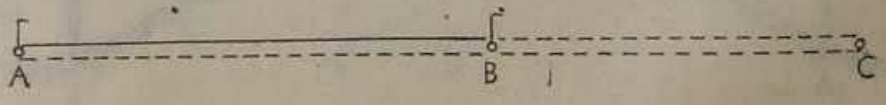


FIG. 232

15.1.2.1.3 *Trasarea unui aliniament cu capete inaccesibile sau fără vizibilitate reciprocă.* În cazul cînd capetele A și B ale unui aliniament nu sînt accesibile (de exemplu sînt colțurile unor clădiri, fig. 233 *a*) sau nu există vizibilitate între ele (din cauza unor obstacole sau a unei ridicături de teren, fig. 233 *c*) alinierea se execută de către doi operatori, cu jaloane care se așază între A și B în C_1, de unde să se vadă B, și în D_1, de unde să se vadă A. Se aliniază din D_1 pe C_1 în direcția D_1A, apoi din C_1 pe D_2 în direcția C_1B și așa mai departe (fig. 233 *b*) pînă ce operatorul din C_3 vede jalonul B acoperit de jalonul D_4, iar operatorul din D_4 vede jalonul A acoperit de cel din C_3. Întrucît dreptele trasate AC_3D_4 și C_3D_4B au punctele C_3 și D_4 comune, înseamnă că punctele A, C_3,D_4 și B sînt situate pe o linie dreaptă.

Dacă A și B nu sînt prea depărtate operația se poate face cu suficientă precizie și cu ajutorul unui echer simplu. Operatorul se instalează cît mai aproape de aliniament, într-un punct de unde să se vadă atît A, cît și B. Vizează cu echerul spre unul din capetele aliniamentului, de exemplu spre A, apoi — fără a mișca poziția echerului — vizează prin partea opusă spre B, care se va vedea, de exemplu, în dreapta planului de vizare. În acest caz operatorul se deplasează într-un punct spre dreapta și repetă operația pînă cînd, prin cîteva încercări succesive, va putea stabili un punct C pe aliniamentul AB. Folosind un aparat cu lunetă se procedează la fel ca și cu echerul; în acest caz precizia de stabilire a punctului pe aliniament va fi mai mare.

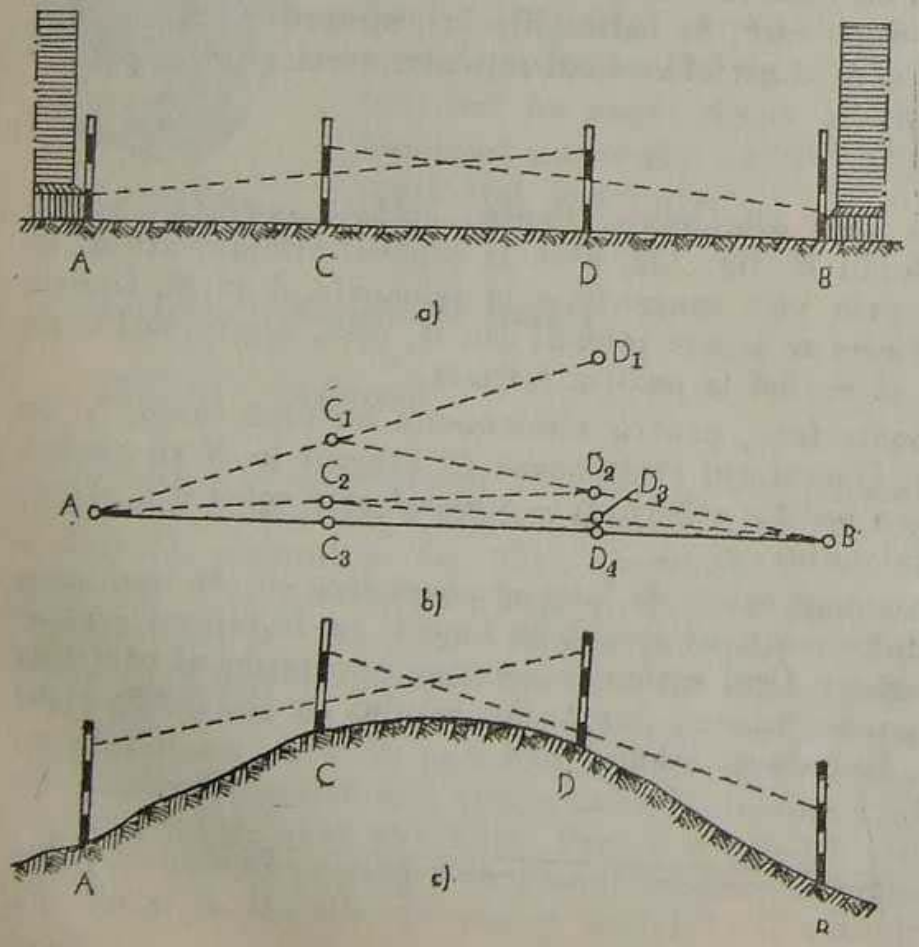


FIG. 233

15.1.2.1.4 *Jalonarea peste o vale sau rîpă.* Operatorul stă în capătul A al aliniamentului și trimite ajutorul cu un jalon spre B, la o depărtare care să permită alinierea vîrfului jalonului 1 pe direcția AB (fig. 234). Apoi se

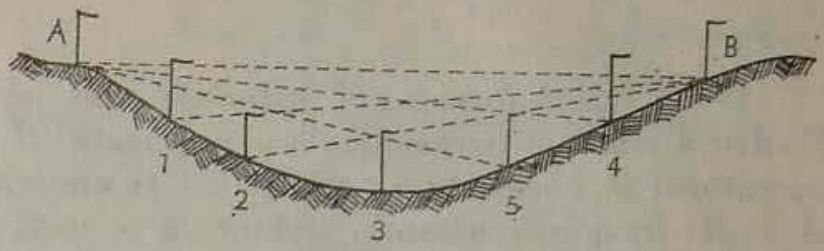


FIG. 234

mută în 1, trimițînd ajutorul cu un jalon în 2, la o distanță care să permită alinierea vîrfului jalonului 2 pe direcția 1 B. Operația se continuă în mod similar pînă se plantează jalonul 3 pe firul văii. Aceleași operații se fac și pe versantul opus, pornindu-se din B și fixînd jaloanele 4, 5 și 3. Dacă jalonarea s-a executat corect, cînd se ajunge pe firul văii de pe al doilea versant trebuie să se cadă peste locul jalonului 3; în caz contrar jalonarea se repetă.

Cu ajutorul echerului simplu această operație se execută identic cu cea descrisă la 15.1.2.1.3. Se stabilește pe firul văii un punct pe aliniamentul AB, apoi se plantează jaloane pe ambii versanți, pornindu-se din acest punct. Echerele simple obișnuite permit o vizare pînă la pante de 30°; dacă pantele versanților sînt mai mari se pot folosi echere simple de formă sferică. Folosind un aparat cu lunetă jalonarea peste o vale se reduce la jalonarea unui aliniament.

15.1.2.1.5 *Determinarea intersecției a două drepte pe teren.* Se deosebesc cazurile arătate în figurile de mai jos. În situația de pe fig. 235 doi operatori se instalează la capetele aliniamentelor, unul în A și altul în C. Operatorii aliniază pe rînd — fiecare pe aliniamentul lui — un ajutor, pînă cînd acesta se va găsi pe cele două aliniamente în punctul de intersecție E.

În cazul reprezentat pe fig. 236 stabilirea punctului de intersecție E se poate face de către un singur operator. Acesta se deplasează în prelungirea unuia din aliniamente, aliniindu-se succesiv pe capetele acestuia, pînă cînd ajunge în punctul de intersecție E.

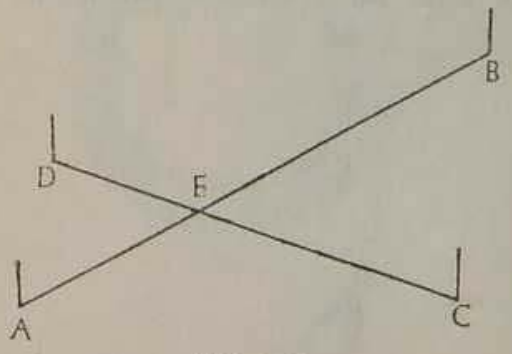


FIG. 235

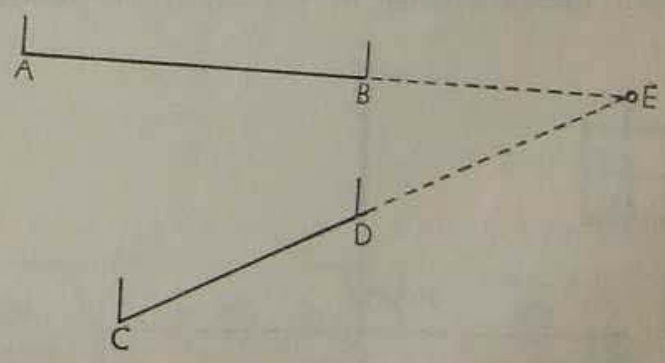


FIG. 236

15.1.2.2 *Trasarea unghiurilor*

Cu ajutorul echerelor simple, cu oglinzi sau cu prisme se pot rezolva mai multe operații necesare trasării unghiurilor pe teren.

15.1.2.2.1 *Ridicarea sau coborîrea unei perpendiculare pe un aliniament.* Pentru a ridica o perpendiculară în punctul C pe aliniamentul AB (fig. 237) operatorul se plasează în acest punct și vizează cu echerul spre jaloanele din A și B; imaginile acestora trebuie să se vadă în echer sau suprapuse sau în prelungire. Jalonul din D, care materializează extremitatea laturii CD, perpendiculară în C pe aliniamentul AB, trebuie astfel așezat de către ajutor, ca să fie văzut de către operator cu ochiul liber, în prelungirea imaginilor din echer a jaloanelor din A și B.

Pentru coborîrea unei perpendiculare dintr-un punct dat D pe aliniamentul AB se plasează în D un jalon. Operatorul cu echerul se deplasează longitudinal pe aliniamentul AB pînă cînd realizează condiția arătată la ridicarea perpendicularei, adică pînă cînd jaloanele din A, B și D se văd în prelungire.

15.1.2.2.2 *Ducerea unei paralele la o dreaptă dată printr-un punct dat.* Prin procedeul descris mai înainte se coboară perpendiculara CD din punctul C pe aliniamentul AB și se măsoară lungimea acesteia. Apoi din punctul E de pe aliniament se ridică o perpendiculară de aceeași lungime, obținîndu-se astfel punctul F, care, unit cu punctul C, materializează aliniamentul CF paralel cu aliniamentul AB (fig. 238).

Un procedeu mai expeditiv este următorul: după ce se coboară perpendiculara CD pe aliniamentul AB, se ridică pe această perpendiculară, în punctul C, o nouă perpendiculară, care este paralelă cu aliniamentul AB.

15.1.2.2.3 *Prelungirea unui aliniament peste un obstacol.* Din punctul B situat pe aliniamentul AB se ridică perpendiculara BC (fig. 239). Pe aliniamentul BC se ridică din punctul C (ales la o distanță convenabilă pentru ocolirea obstacolului în cauză) o perpendiculară, pe care se stabilesc punctele

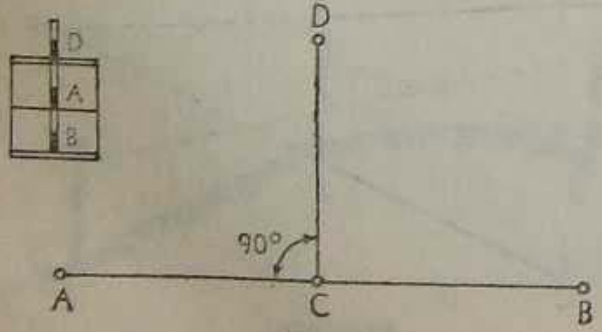


FIG. 237

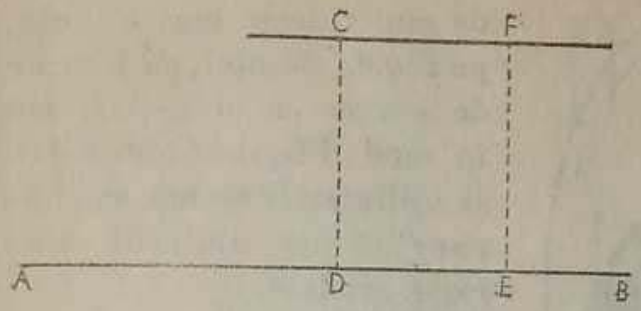


FIG. 238

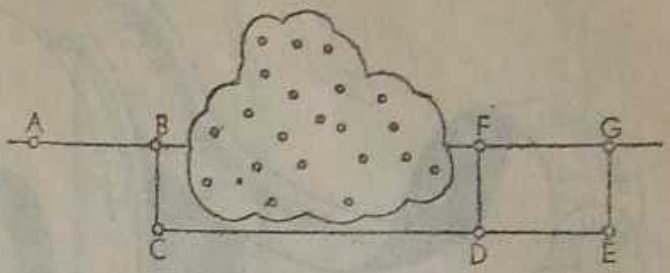


FIG. 239

D și E. Din aceste puncte se iau alte perpendiculare, astfel încît $DF = EG = BC$, obținînd punctele F și G care materializează în teren prelungirea aliniamentului AB.

15.2 Instrumente pentru măsurarea distanțelor

15.2.1 Instrumente pentru măsurare directă

15.2.1.1 *Panglica de oțel*

Panglica de oțel (fig. 240) este un instrument care se folosește în mod curent la măsurarea directă a distanțelor. Ea se prezintă sub forma unei benzi de oțel lungi de 20, 50 sau 100 m, lată de 16-20 mm și groasă de 0,4-0,8 mm. La ambele capete este prevăzută cu inele, care servesc la întinderea ei. Panglica este divizată din metru în metru prin plăcuțe de alamă, pe care este imprimat numărul de metri (fig. 241). Jumătățile de metru sînt marcate prin butoni circulari, iar decimetrii, prin găuri circulare perforate pe axa panglicii.

La unele panglici de construcție mai veche gradațiile 0, 20, 50 și 100 m sînt chiar la mijlocul inelelor de întindere, marcate printr-o crestătură pe ambele părți, la altele pe brațul inelului sau, cum este cazul la panglicile

FIG. 240

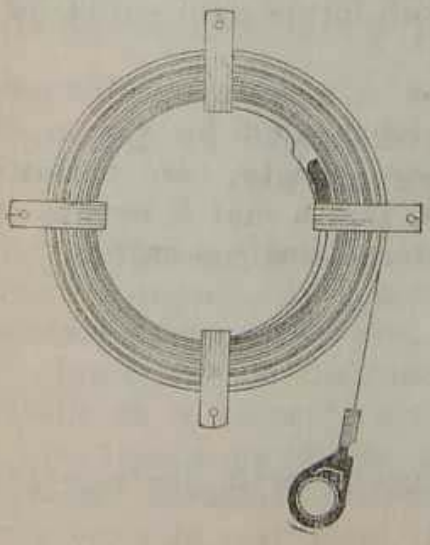
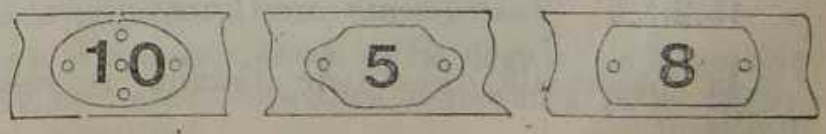


FIG. 241



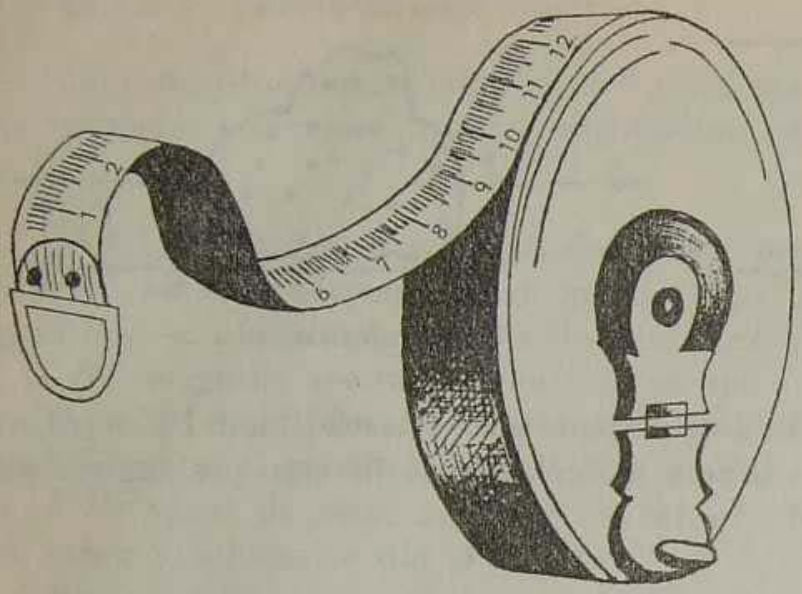


FIG. 242

de construcție mai recentă, pe banda de oțel, cu plăcuțe de alamă ca și metrii sau în mod diferit. Centimetrii și milimetrii se măsoară pe panglică cu ajutorul unei rigle gradate.

După terminarea lucrului panglica se înfășoară pe un cadru metalic și se asigură cu un cui de siguranță, pentru a nu se desfășura.

În măsurările de distanțe se folosește uneori o panglică de oțel îngustă și ușoară, lungă de 20, 25, 50 sau chiar 150 m. Această panglică este divizată în centimetri pe toată lungimea ei, iar la capete are chiar diviziuni în milimetri.

15.2.1.2 *Ruleta de oțel*

Ruleta de oțel este o panglică îngustă și subțire (fig. 242), a cărei lungime variază între 2-50 m, fiind divizată, de obicei, în centimetri pe ambele părți. Ea se înfășoară într-o cutie rotundă din tablă, învelită în toc de piele.

15.2.1.3 *Firul metalic*

Un alt instrument, cu ajutorul căruia se măsoară direct distanțele, este *firul metalic*. Construcția acestuia variază în funcție de precizia impusă în măsurări.

Firul Ciurileanu este unul din firele metalice mai des întîlnite în măsurările de distanțe. Acest fir are o construcție diferită, prezentîndu-se fie sub forma unui cablu format dintr-un singur fir, fie sub forma unui cablu format din trei sau mai multe fire răsucite.

Firul se înfășoară pe o bobină în mînerul căreia se găsește un dinamometru care permite întinderea lui la tensiunea de etalonare de 5 kg. Un capăt al firului se prinde de bobină cu ajutorul unei riglete gradate, care permite aplicarea corecției de temperatură direct la măsurare, fără a mai fi nevoie de calcule. Sistemul de gradare este diferit, dar în general sînt marcați metrii și dublidecimetrii.

15.2.1.4 *Instrumente auxiliare*

În măsurările directe de distanțe se folosesc următoarele instrumente auxiliare:

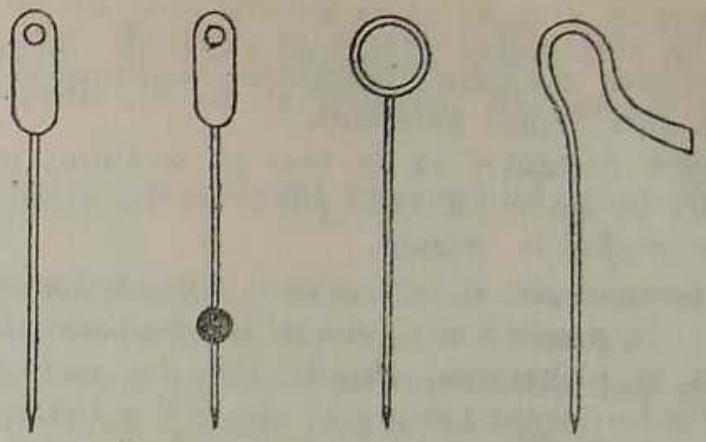


FIG. 243

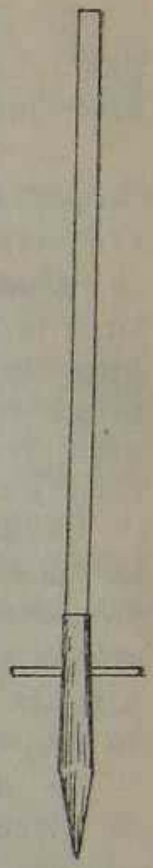


FIG. 244

Fișele; sînt vergele de oțel de forme diferite (fig. 243) care servesc la marcarea sfîrșitului de panglică, la distanțele mai lungi decît aceasta. Fișele sînt în număr de 11 și se țin pe un inel de fier.

Întinzătoarele; sînt bastoane confecționate din lemn sau țeavă metalică (fig. 244). Ele se introduc în cele două inele de la capetele panglicii și servesc la întinderea acesteia.

Dinamometrele; se folosesc pentru a aplica o tensiune de întindere la panglică, egală cu cea folosită pentru aceasta în timpul etalonării, precum și pentru obținerea unor rezultate de aceeași valoare practică pentru întregul aliniament măsurat.

Termometrul; se folosește pentru măsurarea temperaturii panglicii în timpul măsurărilor de distanțe, în scopul corectării distanței măsurate, afectată de variațiile care se produc în lungimea panglicii din cauza temperaturii.

15.2.2 Modul de folosire a instrumentelor pentru măsurarea directă a distanțelor

Măsurarea directă a unei distanțe depinde de instrumentul folosit și de precizia impusă. În general tehnica măsurării unei distanțe, folosind instrumentele descrise mai sus, este aceeași.

Indiferent de instrumentul folosit, în măsurarea directă a unei distanțe trebuie să se respecte următoarele reguli:

— traseul pe care se execută o măsurare trebuie să fie degajat de vegetație (bălării, mărăcini, culturi), care ar putea împiedica măsurarea și ar introduce erori în rezultatul final al acesteia;

— aplicarea instrumentului să se facă cît mai exact pe aliniamentul punctelor între care se execută măsurarea, deoarece abaterile de la aliniament dau erori care pot depăși toleranțele;

— măsurarea distanței să se facă pe secțiuni, în funcție de schimbările de pantă, astfel ca pe o secțiune panta să fie constantă, pentru a permite reducerea distanțelor la orizont.

Operația propriu-zisă de măsurare a distanțelor este precedată de pregătirea terenului. În pregătirea terenului intră operațiile de curățare, jalonarea aliniamentului și pichetarea schimbărilor de pantă. După ce s-a executat pregătirea terenului începe măsurarea efectivă a distanței. Echipa care execută măsurările este formată de obicei dintr-un operator și două ajutoare. Operația de măsurare se desfășoară astfel:

— se derulează panglica (firul, ruleta) de pe cadrul acesteia, avînd grijă să nu se facă bucle care pot duce la ruperea ei, și se introduc întinzătoarele în inele;

— primul ajutor, avînd asupra sa un inel cu 11 fișe, se deplasează pe aliniament pînă ce ajutorul al doilea, avînd asupra sa un inel fără fișe, ajunge în dreptul punctului de plecare;

— ajutorul al doilea așază panglica cu indicele zero în dreptul punctului de plecare, înfige întinzătorul în pămînt și îl așază pe aliniament pe primul ajutor;

— primul ajutor, după ce întinde panglica, trăgînd cu ambele mîini de întinzător, și execută 2-3 scuturări a acesteia, înfige întinzătorul în pămînt și asigură o întindere a panglicii pînă cînd dinamometrul indică tensiunea de etalonare (în caz că nu există dinamometru operatorul instruiește ajutoarele cît să întindă panglica);

— în momentul cînd ajutorul al doilea are zeroul panglicii în dreptul reperului de plecare anunță (de exemplu: ATENȚIE — GATA); în acel moment primul ajutor înfige vertical, în dreptul gradației finale a panglicii, o fișă;

— lungimea panglicii fiind materializată pe teren, ajutoarele scot întinzătoarele din pămînt și se deplasează înainte, primul tîrînd panglica și avînd grijă să nu lovească fișa;

— în momentul cînd ajutorul al doilea a ajuns în dreptul fișei, amîndoi se opresc și execută aceleași operații ca mai sus; după înfigerea celei de-a doua fișe, înainte de a se deplasa în continuare, ajutorul al doilea scoate prima fișă din pămînt și o înșiră pe inelul ce-l are asupra sa;

— operația se repetă pe întregul traseu, pînă la punctul final al distanței de măsurat.

Distanța totală sau, în cazul unui traseu cu schimbări de pantă, distanța dintre picheți va fi egală cu lungimea panglicii înmulțită cu atîtea fișe cîte are pe inel ajutorul al doilea plus distanța de la ultima fișă pînă la reperul de capăt.

Dacă traseul are schimbări de pantă se execută măsurarea unghiului de pantă al secțiunilor sau a diferenței de nivel dintre punctele care le limitează, în scopul reducerii la orizont a distanțelor înclinate.

Măsurările directe de distanță trebuie să se execute cu o atenție sporită atît din partea operatorului, cît și a ajutoarelor, deoarece în rezultatele finale pot apărea greșeli. Greșelile pot să se producă, de obicei, în următoarele împrejurări:

— se citește pe panglică, la sfîrșitul intervalului, gradația descrescîndă în loc de cea crescîndă;

— în cazul distanțelor mari sau foarte mari se poate greși la numărarea fișelor, adică a numărului de panglici cuprinse în distanță;

— ajutorul al doilea uită să ridice de pe teren o fișă; ca verificare, suma fișelor aflate asupra celor două ajutoare trebuie să dea 11.

Pentru înlăturarea unor asemenea greșeli, precum și a altora ce se pot ivi, este bine ca măsurarea să fie supravegheată cu multă atenție de către operator. Se recomandă de asemenea ca inelul cu fișe al primului ajutor să fie purtat de către operator, care să facă și operația de înfigere a fișelor, iar cînd acestea s-au terminat să verifice numărul de fișe existent la al doilea ajutor pentru a evita greșelile.

15.2.3 Corecțiile ce se aplică distanțelor măsurate direct

Distanțelor măsurate cu panglica, firul sau ruleta li se aplică următoarele corecții:

15.2.3.1 *Corecția de etalonare*

Panglica, firul sau ruleta se verifică cu un etalon. Această verificare se execută de către serviciul metrologic. Corecția ce se aplică distanței măsurate este dată de relația:

$$c = -e\frac{D'_m}{l_m},$$

în care:

e — diferența dintre lungimea pe care trebuie s-o aibă panglica și lungimea găsită la etalonare;

D'_m — mărimea distanței măsurate cu panglica;

l_m — lungimea teoretică a panglicii (20 m, 50 m etc.).

Exemplu: dacă avem $D'_m = 300{,}00$ m, $e = -0{,}03$ m și $l_m = 50{,}00$ m, atunci:

$$c = 0{,}03\frac{300{,}00}{50{,}00} = 0{,}18 \text{ m}.$$

În acest caz distanța corectată D va fi:

$$D = 300{,}00 + 0{,}18 = 300{,}18 \text{ m}.$$

15.2.3.2 *Corecția de temperatură*

Este cunoscut faptul că lungimea panglicii (firului, ruletei) variază în funcție de temperatură. Corecția de temperatură se calculează cu relația:

$$c = \frac{0{,}003}{5}(t - t_e)\frac{D'_m}{l_m},$$

în care:

t — temperatura în momentul măsurării;

t_e — temperatura de etalonare;

D'_m — mărimea distanței măsurate cu panglica;

l_m — lungimea teoretică a panglicii.

Exemplu: dacă avem $t = 25°C$, $t_e = 20°C$, $D'_m = 300{,}00$ m și $l_m = 50{,}00$ m, atunci:

$$c = \frac{0{,}003}{5}(25 - 20)\frac{300{,}00}{50{,}00} = 0{,}018 \text{ m}.$$

Cînd $t > t_e$, valoarea corecției de temperatură se scade din distanța corectată cu corecția de etalonare; în caz contrar se adună.

15.2.3.3 *Corecția de întindere*

Această corecție se aplică numai în cazul cînd a fost necesară o întindere mai puternică a panglicii (firului, ruletei), așa cum ar fi măsurarea unei distanțe peste o rîpă, pe porțiuni de teren nedegajate etc.

Corecția se obține în mm și este dată de relația:

$$c = \frac{1000 \cdot l_m}{E.S}(P - P_e),$$

în care:

l_m — lungimea panglicii;

E — coeficientul de elasticitate a oțelului $\approx 2\,000\,000$ kg/cm;

S — secțiunea panglicii în cm²;

P — tensiunea aplicată panglicii în momentul măsurării (se ia de la dinamometru sau se apreciază);

P_e — tensiunea de etalonare în kg.

În cazul cînd distanțele au fost măsurate pe teren înclinat ele se reduc la orizont. Reducerea la orizont se face cu ajutorul unghiului de pantă sau al diferenței de nivel dintre cele două puncte între care s-a efectuat măsurarea. Principiul și modul de calcul sînt date la 13.5.

15.2.4 Instrumente pentru măsurare indirectă

15.2.4.1 *Telemetre pentru măsurări expeditive*

Pentru măsurarea indirectă a distanțelor în lucrările topografice expeditive au o largă întrebuințare *telemetrele*. Acestea sînt instrumente cu ajutorul cărora distanțele se citesc direct, fără a fi necesar să se parcurgă terenul. Telemetrele folosite în ridicările expeditive sînt telemetre de mînă, din categoria celor de campanie, care dau distanța de la observator la obiect direct, fără nici un calcul. Din categoria acestora fac parte telemetrele ce se descriu mai jos.

15.2.4.1.1 *Telemetrul monocular*. Acesta este un instrument (fig. 245) cu ajutorul căruia se pot măsura distanțe pînă la 300 m. În figura 246 este reprezentată schema de principiu a telemetrului monocular. Prin ocularul O al instrumentului ochiul observatorului înregistrează două imagini ale obiectului vizat și anume una directă 1 și alta prin reflexie 2. Imaginile apar suprapuse cînd obiectivul se găsește în depărtare și par decalate cu atît mai mult cu cît obiectul este mai aproape. Acest decalaj se elimină prin înclinarea axei prismei P_2 față de axa P_1, astfel încît axele ambelor prisme să se întîlnească pe punctul vizat. Distanța se citește pe un tambur, conexat cu prisma P_2 în momentul cînd imaginile obiectului vizat apar perfect suprapuse. Precizia telemetrului monocular depinde de depărtarea fixă B dintre cele două obiective, care este baza telemetrului. Eroarea de determinare crește considerabil în funcție de mărimea distanței de măsurat.

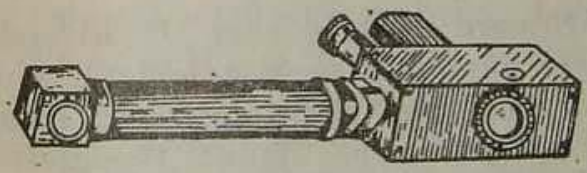


FIG. 245

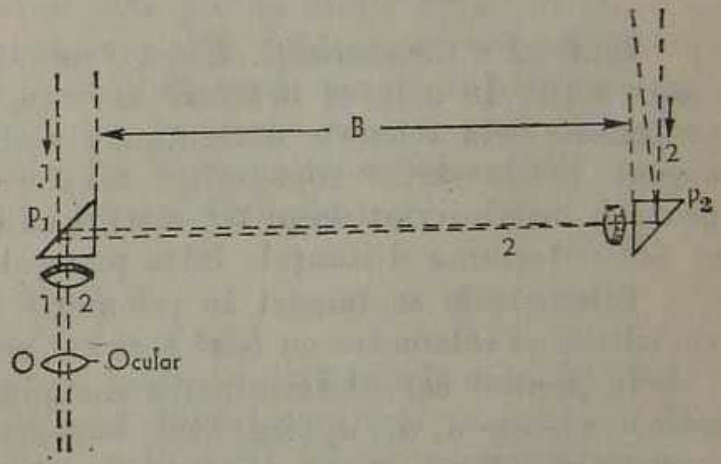


FIG. 246

15.2.4.1.2 *Telemetrul binocular*. Acest telemetru (fig. 247) asigură rezultate mai bune decît cel monocular, deoarece permite vederea în relief a obiectului vizat; schema sa de principiu este dată în figura 248. În același timp cu imaginea unică a terenului, pe care o înregistrează observatorul în relief, se formează, la depărtări diferite, și imaginea unică în profunzime a unor perechi de diagrame dispuse în planele reticulare i și q ale ocularelor, pe care este înscrisă distanța. Depărtarea pînă la obiectul vizat se citește pe diagramă, în dreptul locului unde liniile acesteia se intersectează pe obiectul vizat.

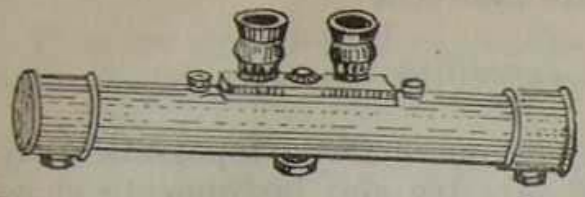


FIG. 247

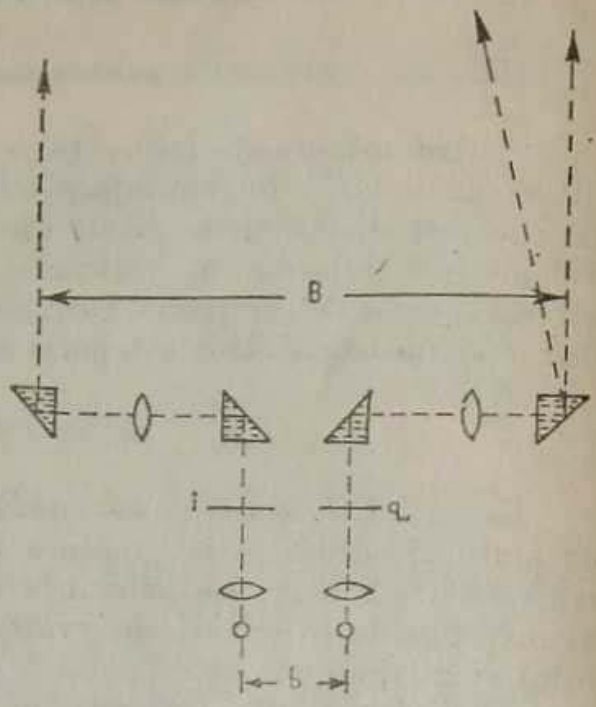


FIG. 248

Telemetrul binocular este superior celui monocular și sub raportul preciziei pe care o asigură. Precizia sa este în funcție de raportul $\frac{B}{b}$, unde B este baza telemetrului (de obicei 32 cm sau 50 cm), iar b este baza vederii binoculare.

15.2.4.2 *Telemetre pentru măsurări precise*

15.2.4.2.1 *Generalități.* Există un număr mare de telemetre de diverse construcții. În cele ce urmează ne vom referi numai la acele telemetre sau procedee telemetrice de determinare a distanțelor, care sînt folosite în mod curent în lucrările topografice militare. De fapt orice aparat topografic poate fi întrebuințat drept telemetru, adică drept un aparat cu ajutorul căruia se pot determina distanțele între punctele din teren, fără a le măsura direct.

Telemetrele se împart în telemetre cu *unghi fix* (în acest caz baza este variabilă) și telemetre cu *bază fixă* (în acest caz unghiul este variabil).

În primul caz, determinarea distanței se face prin citirea lungimii unei baze variabile a, a_1, a_2 (fig. 249), cuprinsă între laturile unghiului fix β. Este evident că cu cît crește distanța de măsurat AB, cu atît se mărește și baza variabilă a, iar mărimea acestei distanțe este direct proporțională cu mărimea bazei variabile, întrucît triunghiurile ABC, AB_1C_1 și AB_2C_2 sînt asemenea.

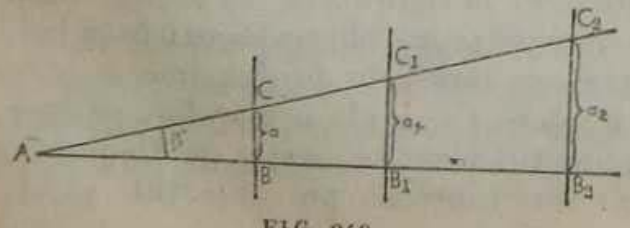


FIG. 249

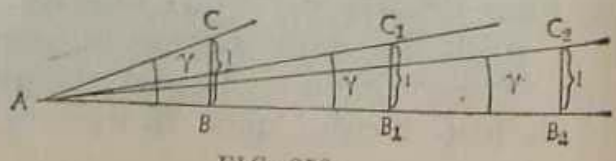


FIG. 250

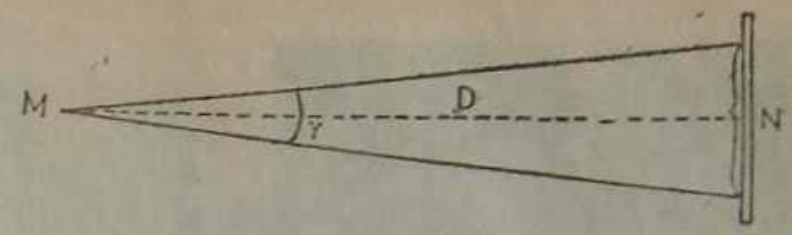


FIG. 251

La telemetrul cu unghi fix unghiul β rămîne neschimbat cînd se vizează cu luneta unui aparat topografic asupra bazei aflate la distanțe diferite (această bază poate fi o stadie sau miră obișnuită), dar variază lungimea bazei (stadiei, mirei) cuprinsă între laturile acestui unghi. Pentru a măsura o distanță pe teren aparatul se pune în stație într-unul din capetele distanței de măsurat, iar la celălalt capăt se așază în poziție verticală o stadie (miră), care îndeplinește în acest caz rolul bazei variabile. Cu luneta aparatului se vizează asupra stadiei astfel încît firul reticular vertical să se suprapună pe stadie, apoi se citește numărul n de diviziuni de pe stadie, cuprins între cele două fire stadimetrice ale reticulului. Înmulțind acest număr n cu coeficientul stadimetric C al aparatului (de obicei $C = 100$) se obține distanța în metri. Cînd măsurările de distanțe se execută pe un teren cu unghi de pantă mai mare de 3° distanțele obținute se reduc la orizont. Eroarea de măsurare a distanțelor cu telemetrul cu unghi fix este direct proporțională cu mărimea distanței măsurate.

În al doilea caz valoarea bazei este fixă (de exemplu o miră cu o lungime determinată l), dar variază unghiul γ sub care se vede această bază fixă la distanțe diferite (fig. 250). Este evident că o dată cu mărimea distanței de măsurat unghiul γ se micșorează.

Principiul de măsurare a distanței cu telemetrul cu bază fixă este dat în figura 251. În punctul N, perpendicular pe distanța de măsurat MN, este așezată o bază fixă (de exemplu o miră orizontală) cu repere, distanța între repere avînd valoarea fixă l; în punctul M este pus în stație aparatul cu care se măsoară unghiul variabil γ. Acest unghi variabil, sub care se vede dintr-un capăt al distanței baza fixă l, așezată în celălalt capăt perpendicular pe raza de vizare, este chiar unghiul paralactic, care se poate măsura prin procedee diferite, după regulile obișnuite de măsurare a unghiurilor orizontale.

Distanța măsurată se calculează cu ajutorul formulei:

$$D = \frac{l}{2} \operatorname{ctg} \frac{\gamma}{2},$$

dar pentru o bază fixă dată (de exemplu $l = 2{,}00$ m) există tabele calculate care permit ca în raport cu valoarea măsurată a unghiului paralactic γ să se obțină direct distanța D. Important de reținut este faptul că, întrucît prin măsurarea unghiului paralactic γ se obține valoarea proiecției acestui unghi pe plan orizontal, prin calculul distanței se determină direct lungimea proiecției orizontale a distanței măsurate; astfel nu mai este necesară aplicarea corecției de reducere la orizont, indiferent de panta terenului pe care s-a măsurat distanța.

15.2.4.2.2 *Telemetrul cu coincidență.* Acest telemetru cu baza de 80 cm permite observatorului să lucreze în genunchi (fig. 252) sau culcat (fig. 253).

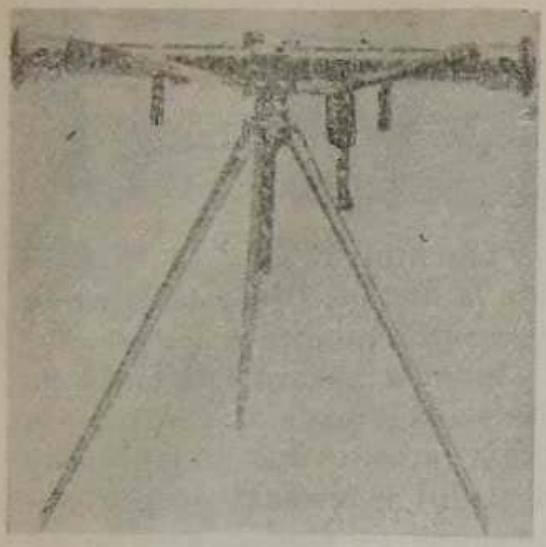


FIG. 252

FIG. 253

În dispozitivul de observare al instrumentului apar într-un dreptunghi două imagini ale obiectului pînă la care se măsoară distanța: o imagine dreaptă și mare, dublată de alta răsturnată și mai mică; cele două imagini sînt deplasate lateral una față de cealaltă. Cu ajutorul unui șurub de punere la punct imaginea răsturnată este deplasată lateral, pînă cînd cele două imagini se situează pe aceeași vericală. Această coincidență fiind realizată, distanța care separă observatorul de obiect poate fi citită direct în ocularul stîng. Domeniul de măsurare este cuprins între 300—6 000 m. Pentru un observator exersat, care lucrează în condiții favorabile de observare, erorile maxime de măsurare a distanței sînt de 2 m la 500 m, 5 m la 1 000 m, 21 m la 2 000 m, 48 m la 3 000 m, 194 m la 6 000 m. Instrumentul are un gabarit redus și o greutate totală de 15 kg (inclusiv accesoriile), putînd fi transportat comod de către un militar (fig. 254).

15.2.4.2.3 *Telemetrul stereoscopic.* Există diferite modele de telemetre stereoscopice.

Telemetrul stereoscopic cu baza de 80 cm (fig. 255) este un instrument portabil de gabarit redus și greutate mică (15 kg.), care se întrebuințează în condiții optime pentru măsurarea distanțelor dintre observator și obiecte mobile. În mijlocul tubului de bază al instrumentului sînt plasate două oculare care pot fi reglate în funcție de baza oculară și vederea observatorului. În fiecare ocular este montată cîte o placă reticulară, prevăzută cu mai multe serii de repere; în timpul observării binoculare aceste repere în formă de virgulă par să constituie o singură suită de repere în zigzag, eșalonate în adîncime. Distanța aparentă dintre aceste repere și observator este indicată în cîmpul vizual. Pentru măsurarea distanței se caută reperul care este în același plan aparent cu obiectul observat; această distanță se citește direct. Dacă obiectul se găsește între două repere eșalonate în adîncime, distanța se determină prin interpolare. Domeniul de măsurare a instrumentului este cuprins între 100—4 000 m, erorile medii de măsurare, pentru un observator exersat care lucrează în condiții favorabile de observare, fiind de 1,5 m la 500 m, 6 m

FIG. 254

FIG. 255

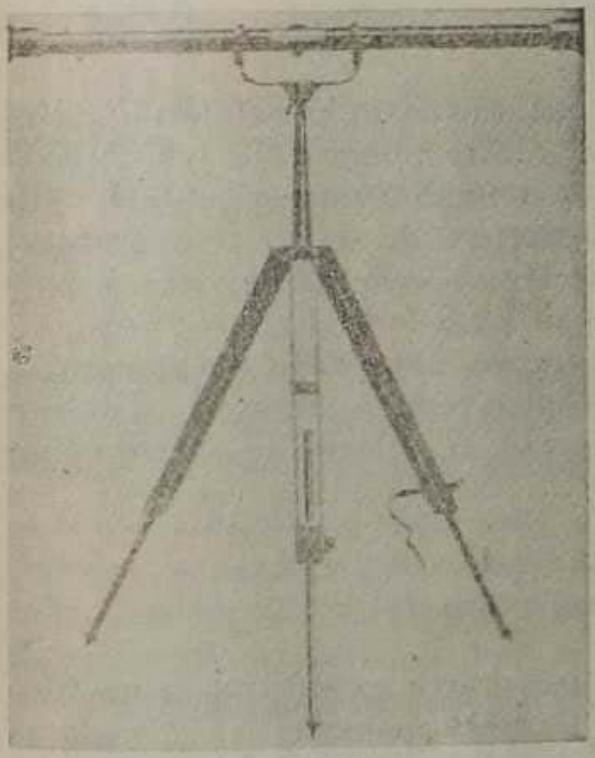


FIG. 256

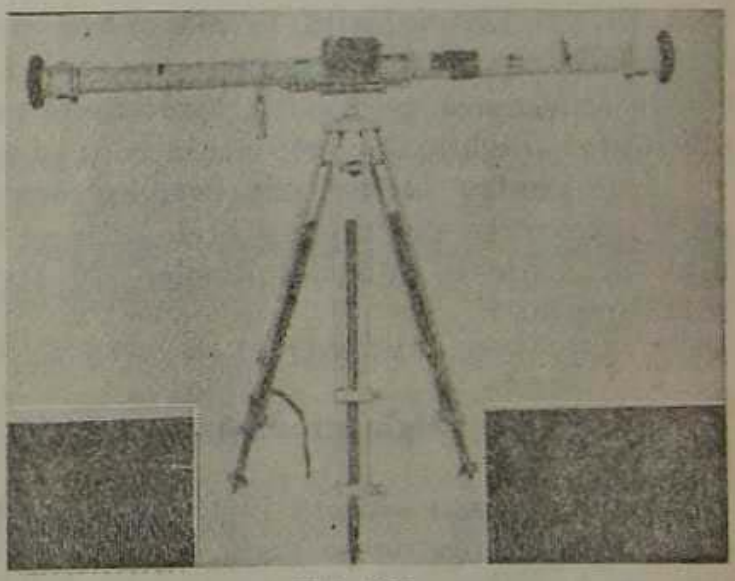


FIG. 257

la 1 000 m, 24 m la 2 000 m, 55 m la 3 000 m și 97 m la 4 000 m; trebuie să se țină cont însă că practic aceste erori pot atinge și chiar depăși dublul valorilor arătate.

Telemetrele stereoscopice cu baza de 125 cm (fig. 256), 150 cm (fig. 257) și 300 cm (fig. 258) sînt construite și se folosesc după aceleași principii de

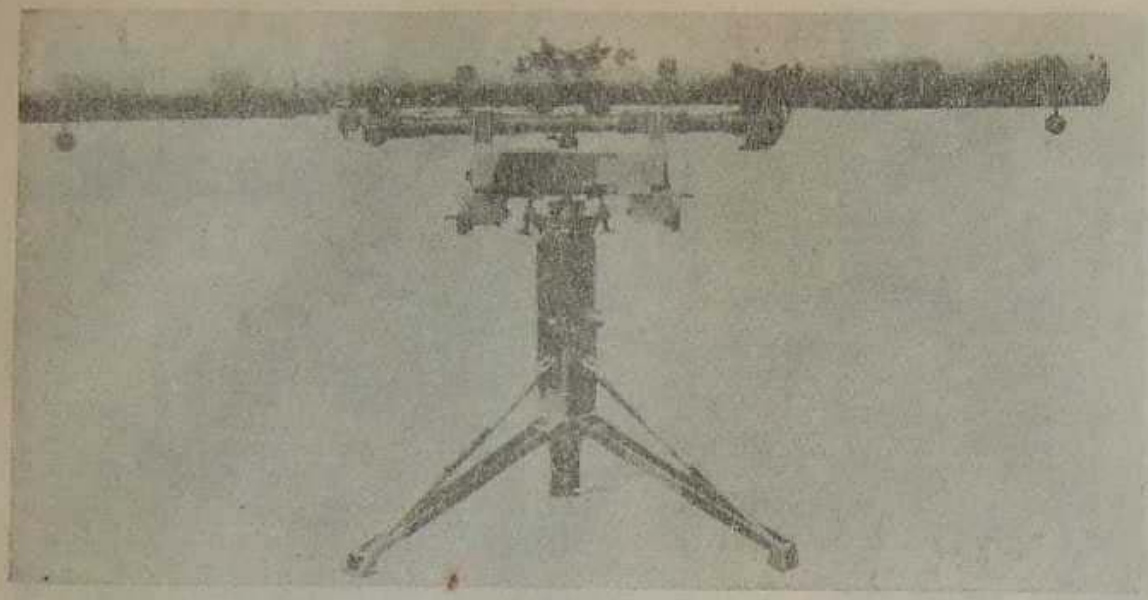


FIG. 258

mai sus, cu deosebirea că au un gabarit și greutate mai mare, nu sînt portabile în timpul observării, ci trebuie instalate pe trepiede culisante, iar domeniul lor de măsurare este cuprins între 250-10 000 m; toate au dispozitive electrice pentru iluminarea plăcilor reticulare, putînd fi folosite și noaptea.

15.3 Instrumente simple pentru măsurarea unghiurilor orizontale

În executarea unor lucrări de teren este necesar ca în punctele de stație să se măsoare unghiurile orizontale între mai multe puncte din jur. Aparatura topografică folosită la măsurarea precisă a unghiurilor orizontale este prevăzută cu lunetă, cercuri gradate și dispozitive de citire cu ajutorul cărora se vizează precis atît la distanțe mari, cît și la cele mici și care permit măsurarea unghiurilor orizontale cu o precizie de pînă la 0″,1.

Dar pentru lucrări expeditive, care nu impun o precizie prea mare și unde măsurarea unghiurilor orizontale se face între puncte situate la distanțe mici și mijlocii față de punctul de stație, pot fi folosite și instrumente mai simple.

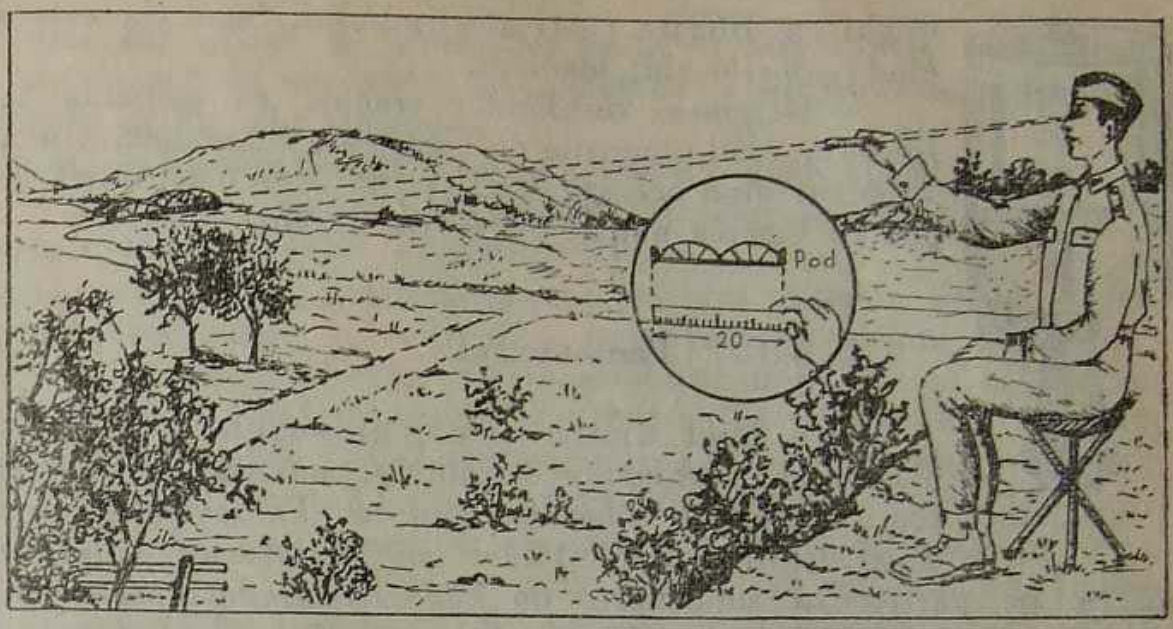
15.3.1 Rigla gradată în miimi

Este cel mai simplu instrument pentru măsurarea expeditivă a unghiurilor. Diviziunile de pe riglă au valoarea de 0,6 mm, considerînd că rigla se ține la o distanță de 60 cm de ochiul observatorului, cînd 0,6 mm : 60 cm = = 1 : 1 000 (adică o diviziune, în condițiile arătate, valorează 1 : 1 000).

Exemplu: dacă un pod (fig. 259) apreciat la 15 m lungime este văzut de observator sub 20 de diviziuni, distanța D la care acesta se găsește față de pod va fi:

$$D = \frac{1\,000 \times 15}{20} = 750 \text{ m}.$$

FIG. 259



Este evident că, procedînd în același mod, cu ajutorul riglei gradate în miimi se pot măsura și unghiuri verticale. În lipsa unei rigle astfel gradate se poate folosi și rigla gradată în milimetri; modul de folosire a acesteia s-a arătat la 3.2.7.

15.3.2 Grafometrul (alidada cu pinule)

Grafometrul (fig.260) este format dintr-un *limb semicircular* de metal sau lemn. Limbul este gradat sexagesimal sau centezimal, într-o singură direcție sau în ambele direcții. Diametrul semicercului are la extremități o pereche de rigle prevăzute cu ferestruici (pinule), care constituie un plan ce trece prin centrul cercului și care este linia de credință a grafometrului. În jurul centrului se rotește un *diametru alidad*, de asemenea prevăzut cu ferestruici, avînd la fiecare capăt cîte un *vernier*.

Pentru a putea fi folosit în condițiuni corespunzătoare, grafometrul trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— Ferestruicile diametral opuse trebuie să se găsească în același plan. Aceasta se verifică prin vizarea unui fir cu plumb prin ferestruică; firul trebuie să fie paralel cu marginea ferestruicii.

— Cînd limbul este orizontal planurile de vizare trebuie să fie verticale. Orizontalitatea limbului se verifică cu o nivelă, apoi se vizează un fir cu plumb peste care trebuie să se proiecteze firul de păr de la ferestruici.

— Centrul limbului trebuie să coincidă cu centrul de rotație al diametrului alidad; aceasta se verifică prin măsurarea repetată al unuia și aceluiași

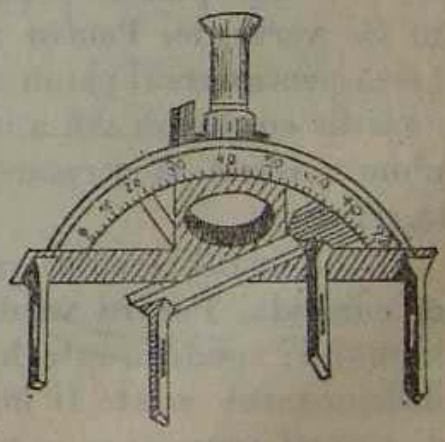


FIG. 260

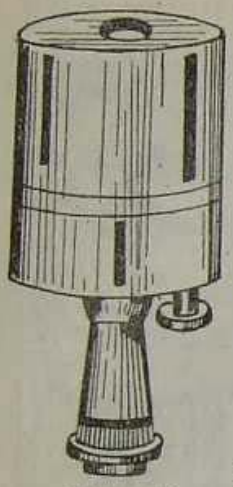


FIG. 261

unghi cu diferite părți ale limbului. Condiția este îndeplinită cînd valorile sînt identice.

— Originea vernierelor trebuie să coincidă cu originea limbului cînd planurile de vizare ale celor două alidade coincid. În cazul cînd această condiție nu este îndeplinită se va folosi pentru vizarea numai diametrul alidad.

15.3.3 Pantometrul

Este unul dintre cele mai simple instrumente pentru măsurarea unghiurilor orizontale, construcția lui fiind asemănătoare cu cea a echerului simplu. *Pantometrul* (fig. 261) este construit din doi cilindri goi în interior. Cilindrul interior poartă pe partea sa superioară un cerc cu gradații sexagesimale sau centezimale, iar pe partea inferioară este montată o piesă tronconică pentru fixarea pantometrului pe trepied. Deasupra acestui *cilindru fix* se găsește al doilea *cilindru mobil*, care se rotește în jurul axei sale. Cilindrul mobil are patru ferestruici, două cîte două diametral opuse, formînd două planuri de vizare ce se intersectează sub un unghi drept. Pe acest cilindru, în atingere cu gradațiile de pe cilindrul fix, se găsește un vernier așezat astfel, încît originea lui să coincidă cu unul dintre planurile de vizare. Rotirea cilindrului superior se face cu ajutorul șurubului așezat dedesubt sau lateral. Pantometrul poate fi folosit atît ca echer, cît și ca instrument de măsurat unghiuri orizontale; în acest din urmă caz punctele se vizează prin ferestruica în dreptul căreia este montat vernierul.

În vederea întrebuințării, pantometrul trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— O ferestruică îngustă și una cu fir formează o ferestruică de vizare (pinulă); două ferestruici diametral opuse determină un plan de vizare. Pentru ca instrumentul să poată fi folosit este necesar ca fiecare ferestruică îngustă, cu firul din fereastra opusă, să aparțină aceluiași plan. Condiția se verifică vizînd firul cu plumb prin ferestruică; firul trebuie să apară paralel cu marginile ferestruicii.

— Cînd pereții cilindrului sînt verticali, planurile de vizare trebuie să fie verticale. Pentru verificarea acestei condiții se procedează astfel: se așază pantometrul pe un trepied, se asigură verticalitatea acestuia cu ajutorul unui fir cu plumb sau a unei nivele. Apoi, prin ferestruici, se vizează firul cu plumb așezat la oarecare distanță; pe acesta trebuie să se proiecteze firul ferestruicii.

— Centrul cercului gradat și centrul de rotație al cilindrului mobil trebuie să coincidă. Pentru verificare se măsoară un unghi cu mai multe părți ale limbului; condiția este îndeplinită cînd valorile sînt identice. În caz contrar instrumentul poate fi întrebuințat numai dacă se fac citiri la două verniere diametral opuse și se ia media citirilor.

15.3.4 Binoclul

Binoclul este un aparat de observare, avînd o largă întrebuințare în armată. El este folosit în observare, în măsurări de unghiuri orizontale și verticale, precum și în alte scopuri.

În principiu, un binoclu (fig. 262) se compune din două *lunete monoculare*, legate între ele printr-un dispozitiv numit *șarnieră*, care asigură paralelismul axelor optice ale monocularelor în orice poziție.

O lunetă monoculară, în corpul căreia este montat sistemul optic — obiectivul, prismele redresoare și ocularul — constituie un sistem telescopic. Spre deosebire de monocularul stîng, în monocularul drept se mai află și un reticul dispus în planul focal al obiectivului pentru ca prin ocular imaginea dată de obiectiv să se vadă o dată cu reticulul. La tubul fiecărui ocular se găsește un indice al inelului dioptriilor și manșoane pentru reglarea acestora.

Reticulul binoclului este format dintr-o lamă de sticlă cu fețele plane și paralele, avînd gradate pe fața dinspre ocular scalele de măsurat. În figura 263 se arată un reticul de binoclu I.O.R. 8 x 30, cu diviziunile scalei notate în mimi.

Înainte de a trece la executarea efectivă a măsurărilor este necesară pregătirea binoclului pentru lucru, care se face în următoarea succesiune:

— Se reglează ocularele binoclului pentru a obține o imagine clară a obiectului vizat. Această operație se execută prin rotirea manșoanelor de reglare pînă se înregistrează pe inelul dioptriilor valoarea ametropiei ochilor observatorului (pozitivă sau negativă, după cum observatorul este miop sau hipermetrop).

— În cazul cînd observatorul nu cunoaște valoarea ametropiei ochilor săi deșurubează pînă la refuz ambele manșoane de reglare, își alege un obiectiv din teren situat la o distanță de minimum 200 m, după care privind prin ocularul stîng cu ochiul stîng îl rotește pînă obține imaginea clară a obiectului; în același fel procedează și cu celălalt ocular. Astfel se stabilește numărul de dioptrii necesare reglării binoclului, în funcție de ametropia ochilor observatorului.

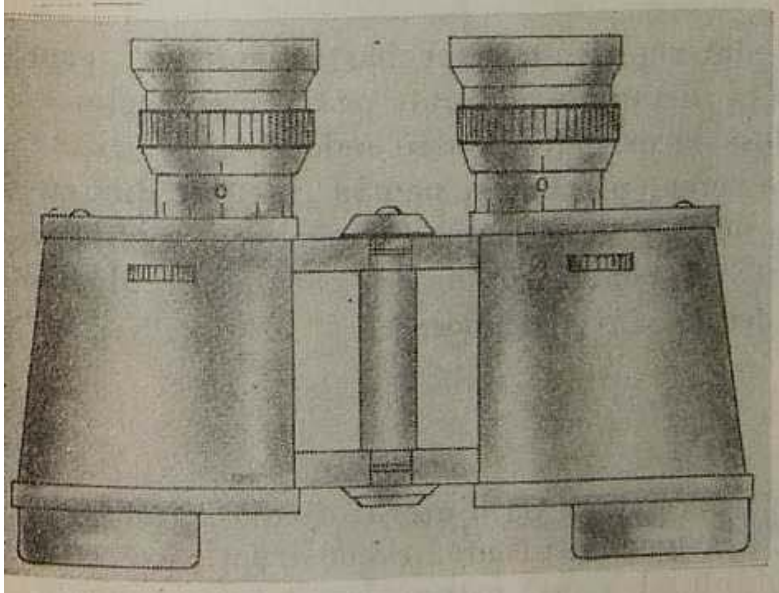


FIG. 262

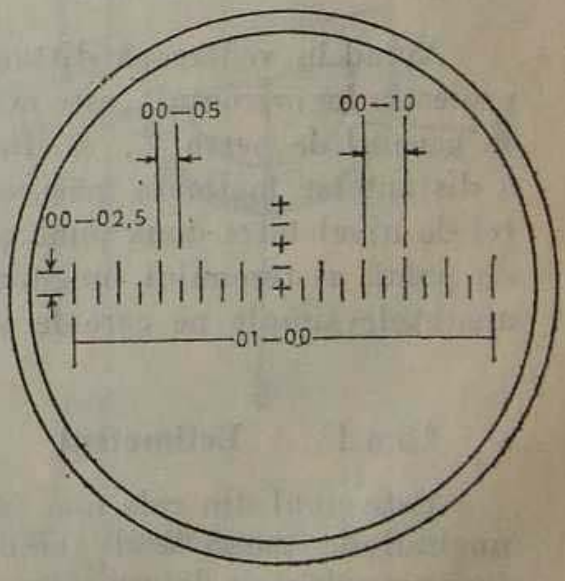


FIG. 263

— Se stabilește distanța dintre oculare după distanța pupilară a observatorului. Dacă distanțele dintre centrele pupilelor ochilor observatorului și axele optice ale monocularelor nu coincid se obține fenomenul de dublare a imaginilor. Reglarea se execută prin rotirea monocularelor în jurul șarnierei pînă cînd imaginea obiectului se vede fără dublare.

În urma acestor operații binoclul este reglat. Pentru folosirea optimă a binoclului este necesar ca imaginea obiectului să fie prinsă în mijlocul cîmpului vizual, iar ocularele să fie aplicate strîns pe proeminențele osoase care înconjoară ochii. Respectînd aceste cerințe se obține o imagine clară și luminoasă a obiectului vizat.

Măsurarea unghiului dintre două puncte din teren se face cu ajutorul scalei reticulare. În cazul cînd valoarea unghiului nu depășește 01-00, acesta se poate măsura direct prin suprapunerea unei diviziuni a scalei pe primul punct și citirea valorii unghiulare în dreptul celuilalt punct; se apreciază și valorile mai mici de 00-05. Dacă valoarea unghiului ce trebuie măsurat depășește 01-00, măsurarea se face pe porțiuni; se împarte unghiul inițial în două sau mai multe unghiuri cu ajutorul unor repere din teren. Modul concret de executare a măsurărilor de unghiuri cu ajutorul binoclului s-a descris la 3.2.6.

Un alt instrument folosit în mod frecvent în armată pentru măsurări expeditive de unghiuri orizontale este busola. Instrumentul, precum și modul său de folosire au fost descrise la 4.3.

Pentru măsurarea unghiurilor orizontale se mai folosesc și alte aparate, ca luneta de observație, teodolite de diferite tipuri și altele, care se întrebuințează pentru măsurări precise de unghiuri. Modul de lucru cu aceste aparate se găsește în instrucțiunile și manualele de specialitate.

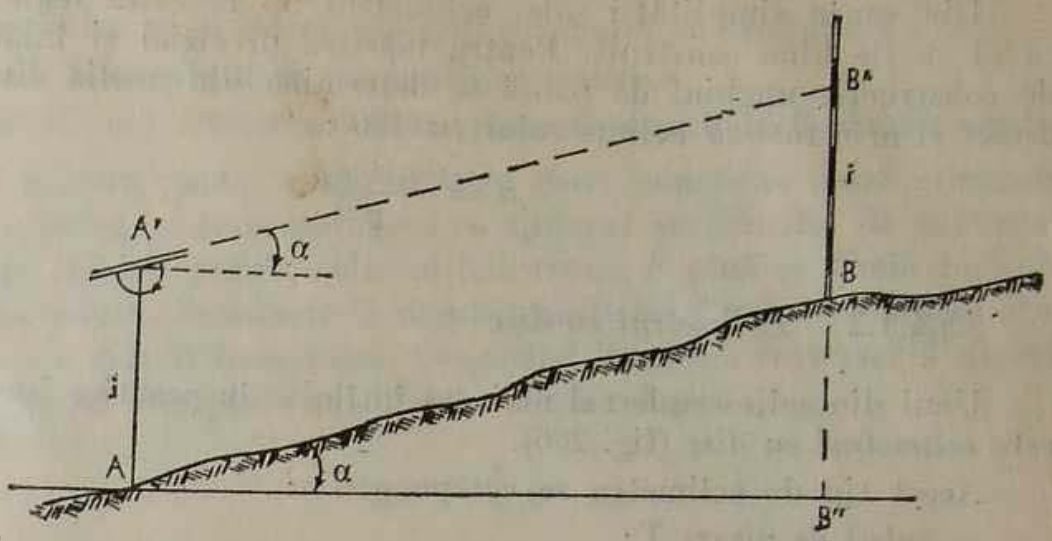
15.4 Instrumente simple pentru măsurarea unghiurilor verticale

Avînd în vedere că distanțele sînt reprezentate pe hărți și planuri prin proiecția lor orizontală, este necesar ca distanțele măsurate pe un teren înclinat, în general de peste 3°, să fie reduse la orizont. Pentru reducerea la orizont a distanțelor înclinate măsurate pe teren, precum și pentru calculul diferenței de nivel între două puncte este necesar să se cunoască mărimea unghiului de pantă al terenului (unghiul vertical) pentru măsurarea căruia se folosesc aparatele simple pe care le vom descrie în continuare.

15.4.1 Eclimetrul

Este unul din cele mai simple instrumente cu ajutorul căruia se măsoară unghiul de pantă α al terenului. Instrumentul are o construcție variată, însă procedeul de determinare a unghiului de pantă este același la toate tipurile.

FIG. 264



Pentru determinarea unghiului de pantă al unei direcții AB (fig. 264) se fixează eclimetrul în punctul A, la o înălțime oarecare i și se vizează pe un jalon așezat în punctul B, la aceeași înălțime i, citindu-se pe eclimetru unghiul de pantă α.

15.4.1.1 *Eclimetrul cu fir cu plumb*

Acest tip de eclimetru (fig. 265) este foarte simplu și permite măsurarea unghiului de pantă cu aproximație de 1°.

Eclimetrul cu fir cu plumb se compune din:

— un *suport* S, care se înfige în pământ în timpul lucrului;

— o *riglă de vizare* L;

— un *semicerc gradat* R, cu gradația zero la mijlocul semicercului;

— un fir cu plumb Pb, cu ajutorul căruia se citește pe semicercul gradat unghiul de pantă.

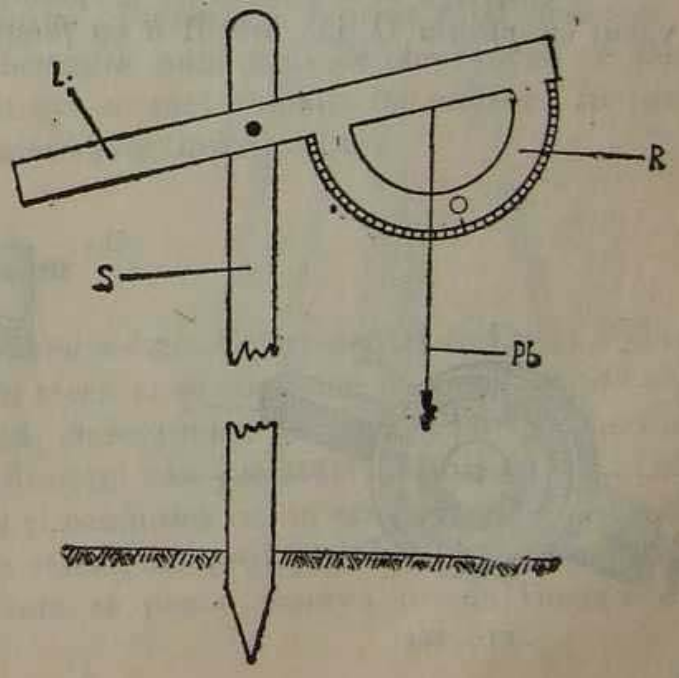


FIG. 265

Din cauza simplității sale, eclimetrul nu necesită reglări, cu condiția ca el să fie bine construit. Pentru mărirea preciziei și înlăturarea erorilor de construcție unghiul de pantă se determină din media citirilor efectuate direct și prin rotirea eclimetrului cu 180°:

$$\alpha = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}.$$

15.4.1.2 *Eclimetrul cu disc*

Unul din eclimetrele cel mai des întîlnite în practica lucrărilor de teren este *eclimetrul* cu *disc* (fig. 266).

Acest tip de eclimetru se compune din:

— *tubul de vizare* T;

— *discul* D, solidar cu tubul de vizare, în interiorul căruia se găsește *cercul cu gradații* C, prevăzut cu o greutate P care susține gradația zero a cercului în dreptul intersecției firelor reticulare ale tubului în momentul cînd tubul de vizare este în poziție orizontală;

— resortul de blocare S a cercului cu gradații;

— fereastra F, care permite citirea unghiului de pantă α pe cercul gradat.

Modul de lucru cu eclimetrele s-a explicat la 3.4.4.

15.4.2 **Clizimetrul**

Ca și eclimetrul, *clizimetrul* este un aparat simplu, cu deosebirea că în loc să dea unghiul de pantă α el dă tangenta trigonometrică a unghiului α. În principiu un clizimetru (fig. 267) se compune din:

— *traversa* T, pe care este montată nivela N cu care se orizontalizează clizimetrul în punctul de stație;

— *brațele* b și b', montate perpendicular pe traversă; brațul b' este prevăzut cu *pinula* O, iar brațul b cu *ferestruica mobilă* F pe care sînt montate

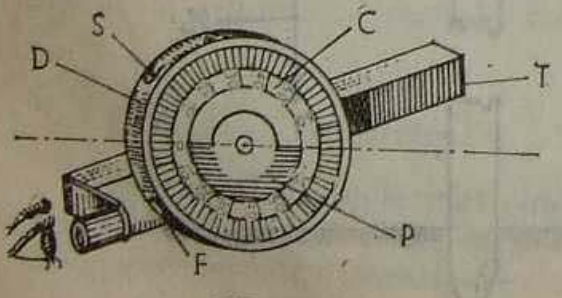


FIG. 266

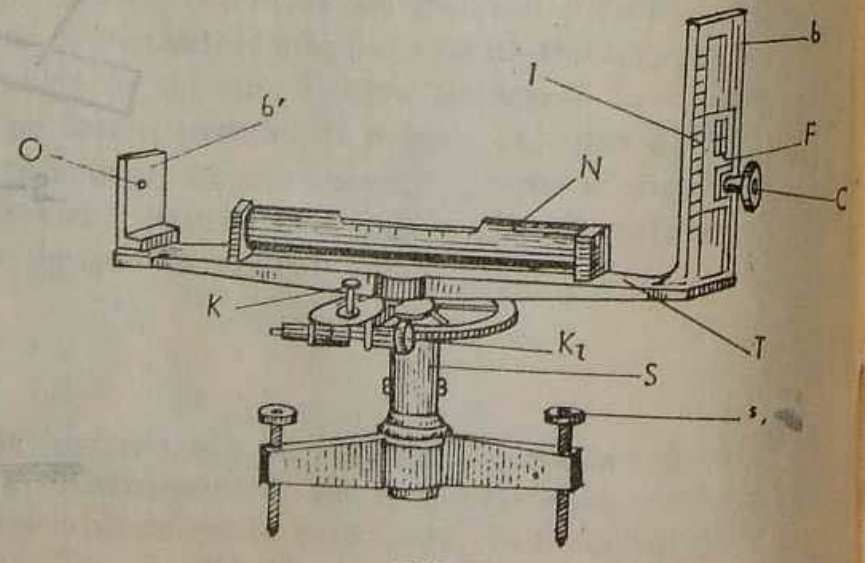


FIG. 267

două fire reticulare și *indicele I*, în dreptul căruia se citesc gradațiile de pe brațul *b*; ferestruica se mișcă cu ajutorul șurubului cu cremalieră *C*;

— suportul *S*, prevăzut cu șuruburile de calare *s*;

— șurubul *K* pentru fixarea mișcării generale și șurubul K_1 de mișcare fină.

Pentru a măsura panta terenului între două puncte se așază clizimetrul într-unul din acestea, se orizontalizează cu ajutorul șuruburilor de calare *s* și se vizează spre celălalt punct, ridicînd ferestruica *F* pînă ce firele reticulare se suprapun pe acesta. Se citește în dreptul indicelui *I* valoarea în mm a gradației la care s-a ridicat ferestruica. Cunoscînd lungimea traversei *T* și avînd citirea de pe brațul *b* se poate calcula $\operatorname{tg}\alpha$ după relația:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{c}{l},$$

în care:

c — valoarea gradației citită pe brațul *b*;

l — lungimea traversei *T*, între cele două brațe *b* și *b'*.

Exemplu: dacă $c = 4$ mm și $l = 30$ cm, atunci:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{4\text{ mm}}{30\text{ cm}} = \frac{4}{300} = 0{,}013333.$$

15.5 Instrumente pentru determinarea expeditivă a cotelor

Determinarea cotelor în lucrările topografice expeditive se poate face cu suficientă precizie prin aplicarea metodei *nivelmentului fizic (barometric)*. Această metodă de nivelment se bazează pe faptul că presiunea atmosferică scade pe măsura creșterii altitudinilor. Presiunea, reprezentînd apăsarea pe 1 cm^2 a coloanei atmosferice de deasupra punctului de observație, se poate măsura prin înălțimea corespunzătoare a unei coloane de mercur. În nivelmentul fizic se întrebuințează următoarele instrumente:

15.5.1 Barometrul cu mercur

Sînt diferite sisteme de *barometre cu mercur*. Cel prezentat în figura 268 este un instrument ușor transportabil în teren și se compune dintr-un *tub de sticlă* vertical, închis la partea superioară, cu secțiunea de circa 1 cm^2 și lungimea de minimum 80 cm, gradat în milimetri sau jumătăți de milimetru. Tubul de sticlă este fixat în partea de jos și comunică cu un *rezervor cilindric* cu diametru mare. Pereții lui sînt tot din sticlă, dar protejați de o învelitoare metalică prevăzută cu ferestre, prin care se poate observa nivelul mercurului.

Rezervorul este închis la partea superioară printr-un capac confecționat din piele de căprioară prin care presiunea aerului atmosferic poate acționa asupra mercurului. În partea de jos se găsește un șurub în legătură cu fundul dublu (tot din piele de căprioară), care poate fi ridicat sau coborît pentru a regla nivelul mercurului din rezervor.

Barometrul se așază în stație pe un trepied, cu ajutorul șurubului se reglează nivelul mercurului din rezervor, ca să fie în contact cu indexul de fildeș care marchează gradația zero a scării; apoi se face citirea înălțimii coloanei de mercur fie direct, fie cu ajutorul unui vernier cu precizia de 1/10 sau 1/20. Indicele pînă la care se face citirea trebuie să fie tangent la meniscul format de mercur.

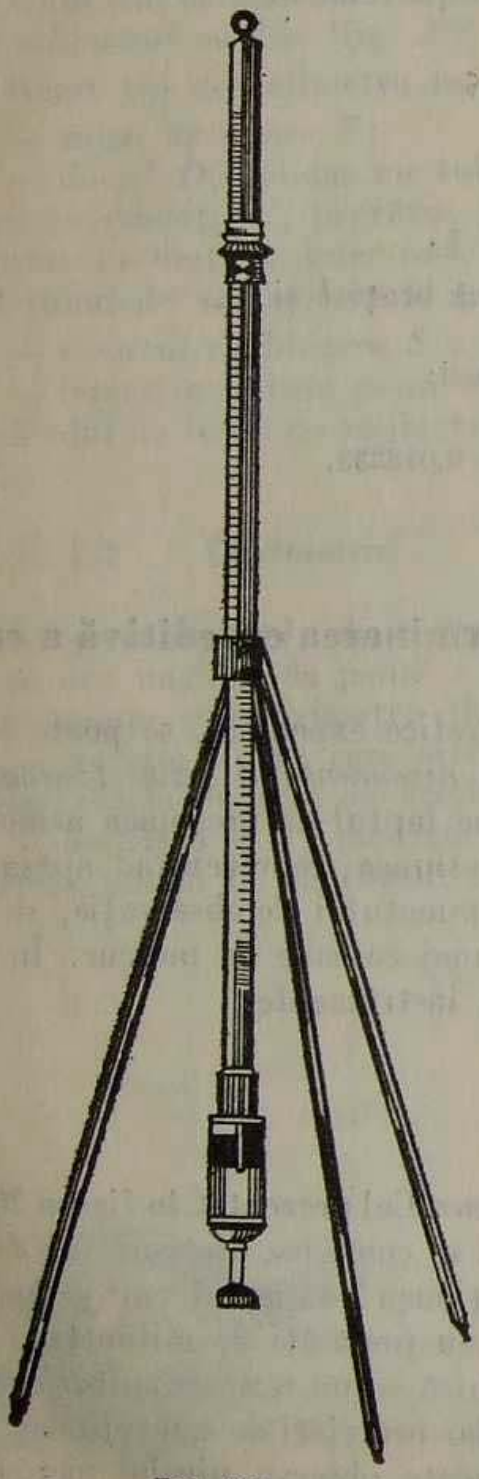


FIG. 268

15.5.2 Barometrul aneroid (metalic)

Barometrul aneroid (fig. 269) se compune dintr-o *cutie metalică* fără aer, cu pereții ondulați, care sub presiunea aerului atmosferic suferă deformări. Mișcările de ridicare și coborîre ale pereților cutiei sînt amplificate printr-un *sistem de pîrghii* și transmise unui ac care se mișcă în fața unui *cadran gradat* în presiuni, în

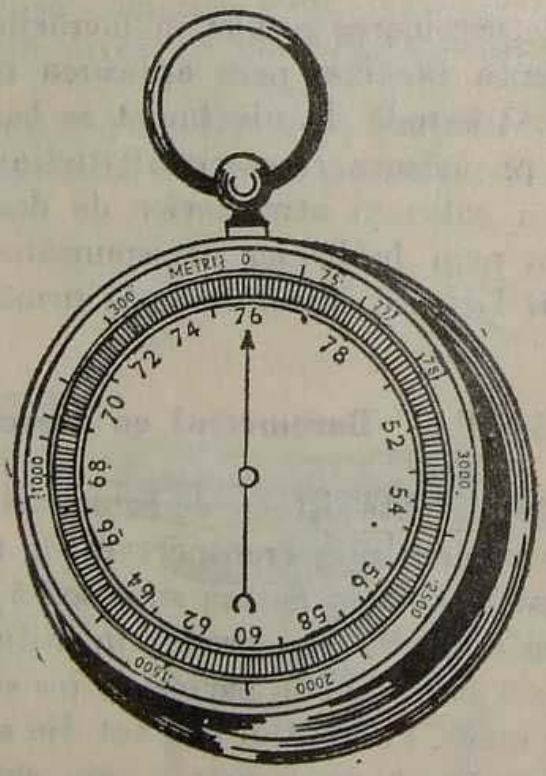


FIG. 269

comparație cu un barometru cu mercur. Citirea se face de obicei cu ajutorul unei lupe și al unui vernier, care dă 1/10 din ultima diviziune, adică 0,1 mm.

Pentru a îndepărta influența temperaturii, care face ca rezistența cutiei la presiunea atmosferică să fie variabilă, se pot întrebuința barometre aneroide *compensatoare*, din ce în ce mai răspîndite în zilele noastre. Acestea conțin o cantitate de aer astfel calculată, încît la o creștere de temperatură presiunea lui să echilibreze scăderea rezistenței cutiei.

Barometrele aneroide sînt mai puțin precise decît cele cu mercur, însă sînt mai portabile. Viteza de lucru este aproximativ aceeași, întrucît citirea propriu-zisă la barometrul cu mercur se face mai anevoios, dar imediat ce s-a ajuns în punct, pe cînd citirea la barometrul aneroid se face mai ușor, dar este necesară o perioadă de așteptare pentru a se face echilibrul de temperatură între instrument și mediul înconjurător; citirea temperaturii se face de asemenea după realizarea acestui echilibru.

15.5.2.1 *Modul de întrebuințare a barometrului aneroid pentru determinări expeditive de cote*

Pentru determinări expeditive de cote cu ajutorul barometrului aneroid se pot întrebuința următoarele procedee:

— drumuirea între două puncte A, B de cote cunoscute (fig. 270), staționînd pe rînd în punctele de schimbare de pantă ale traseului;

— drumuirea poligonală închisă pe un punct central (fig. 271), în care ordinea de parcurgere a traseului este cea dată în figură;

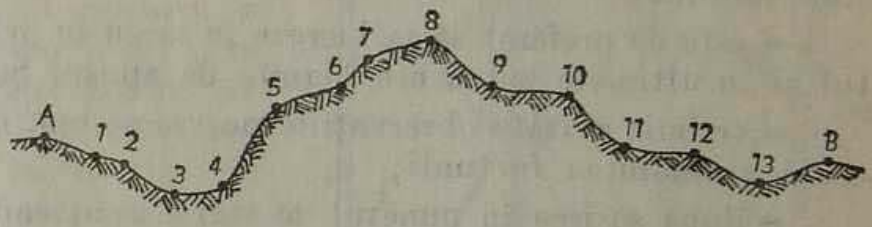


FIG. 270

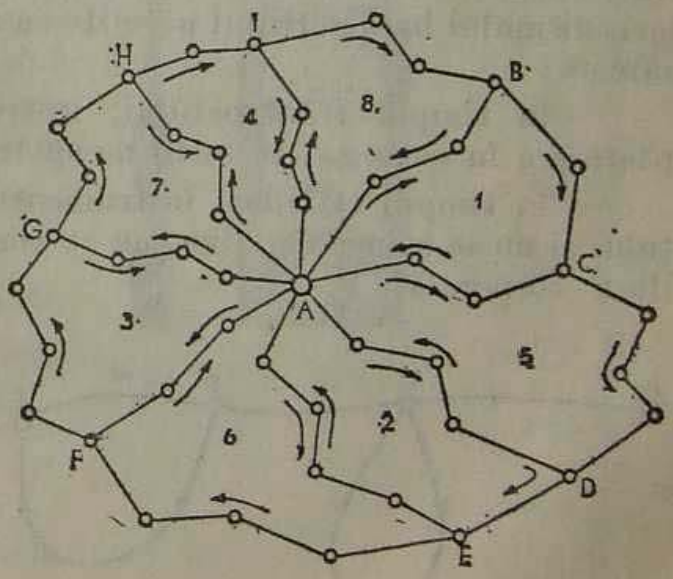


FIG. 271

— drumuiri închise pe același punct sau pe puncte diferite (fig. 272) ce fac parte dintr-un traseu de puncte cu cote cunoscute.

În vederea determinării expeditive a cotelor se întrebuințează o garnitură compusă dintr-un barometru aneroid, un termometru obișnuit și un ceas. Se pleacă din punctul cu cota cunoscută, înregistrînd citirile făcute la cele trei instrumente: p — presiunea, t — temperatura și h — ora. Se parcurge apoi terenul, staționînd în punctele ale căror cote trebuie determinate, înregistrînd de fiecare dată cele trei valori p, t și h. În punctul de închidere (care poate fi punctul de plecare sau un alt punct de cotă cunoscută) se fac de asemenea cele trei citiri.

În cazul cînd închiderea se face pe punctul de plecare se confruntă presiunile și temperaturile. Dacă se constată o diferență de presiune, citirile făcute se corectează liniar, în timp. În cazul închiderii pe alt punct se calculează cotele și apoi se corectează liniar, în timp. Calculul definitiv al cotelor se face în funcție de presiunile corectate și de temperatură, după exemplul dat la 13.6.3. Cînd se dispune de timp sau se urmărește obținerea unor rezultate mai bune se recomandă parcurgerea terenului și în sens invers; în acest caz drept rezultat definitiv se ia media aritmetică a cotelor obținute din cele două măsurări.

În timpul executării determinărilor de cotă cu barometrul aneroid se recomandă respectarea următoarelor reguli practice:

— instrumentul trebuie verificat înainte de a începe lucrările de teren;

— nu se recomandă folosirea instrumentului într-un teren șes, deoarece în asemenea zone diferențele de presiune atmosferică ale diferitelor puncte sînt minime;

— este de preferat să se lucreze în teren în primele patru ore după răsăritul și în ultimele patru ore înainte de apusul Soarelui;

— trebuie evitate observațiile pe vreme rea, caniculă, ger, vînt puternic, ceață și înaintea furtunii;

— după sosirea în punctul de stație se așteaptă 10-15 minute, pînă cînd instrumentul se acordează cu temperatura mediului înconjurător și inerția mecanismului barometrului permite ca acul indicator să ia o poziție corespunzătoare;

— în timpul transportului, instrumentul nu se ține în mînă, ci se păstrează în cutia sa, în sacul de spate sau atîrnat de umăr cu o curea;

— în timpul citirilor, instrumentul se ține orizontal la înălțimea pieptului și nu se atinge cu mîna sau cu corpul, pentru a nu se influența de la căldura corporală;

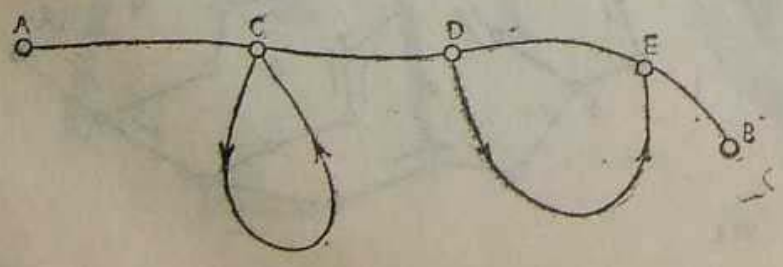


FIG. 272

— la calculul cotelor se scade înălțimea la care a fost ținut instrumentul; în acest scop este bine ca acesta să fie ținut întotdeauna la aproximativ aceeași înălțime;

— înainte de a se face citirea se bate ușor cu degetul în geamul instrumentului pentru învingerea inerției acului; citirea se face privind perpendicular pe planul gradațiilor.

Cînd se lucrează în condiții favorabile și cu multă atenție, eroarea care se face la determinarea cotelor cu ajutorul barometrului aneroid, este de $\leqslant \pm 3$ m.

15.5.3 Hipsometrul

Se cunoaște că temperatura de fierbere a apei scade în același timp cu presiunea atmosferică. Astfel, unei diferențe de presiune de 0,27 mm îi corespunde o diferență de fierbere de 0,01°C sau 27 mm la 1°C.

Hipsometrul (fig. 273 *a*) este un instrument construit pentru măsurarea temperaturii de fierbere a apei. El este format dintr-un *termometru de precizie*, gradat în zona 100°C în așa fel, încît temperatura de fierbere să se citească cu o precizie de 0,02°C. Termometrul este montat pe un *dispozitiv de fierbere a apei*. În funcție de temperatura de fierbere se obține presiunea atmosferică din tabele sau grafice speciale. În figura 273 *b* se dă un asemenea grafic; de exemplu, la temperatura de fierbere a apei de 99°C presiunea atmosferică este de 733 mm. Determinarea cotelor se face cu ajutorul unor grafice care dau direct cotele punctelor, în funcție de temperatura de fierbere măsurată în punctul de stație. Sistemul însă este destul de incomod și greoi, deoarece necesită carburanți, trebuie așteptat pînă fierbe apa, iar transportul instrumentului între punctele de stație se face anevoios.

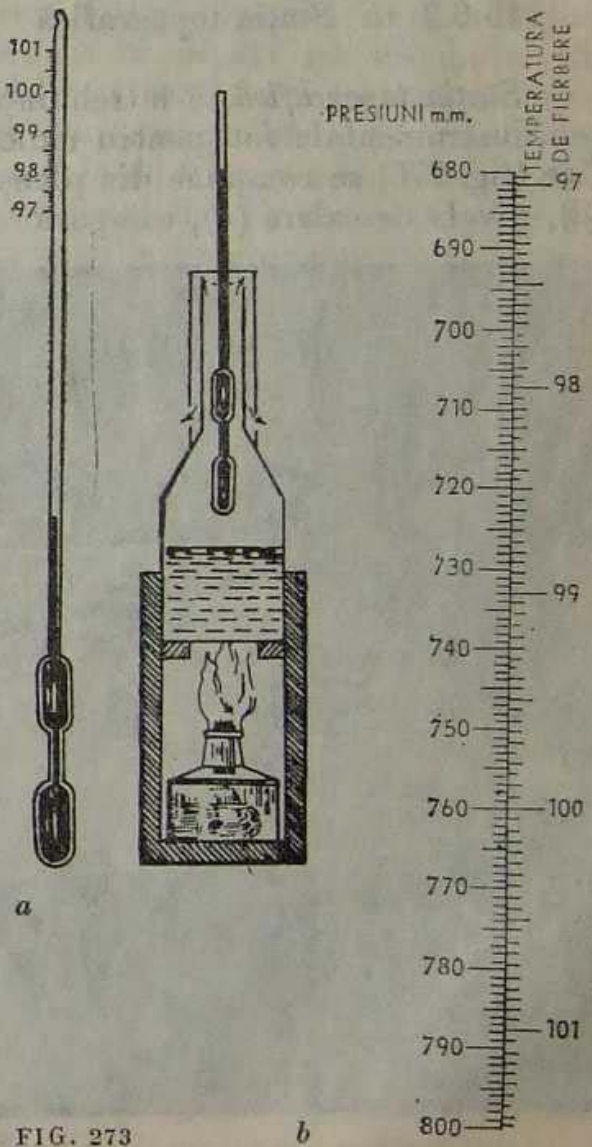


FIG. 273

15.6 Instrumente și aparate pentru ridicări sau lucrări topografice

15.6.1 Planșeta cu bretele

Planșeta cu bretele se întrebuințează pentru executarea ridicărilor topo-

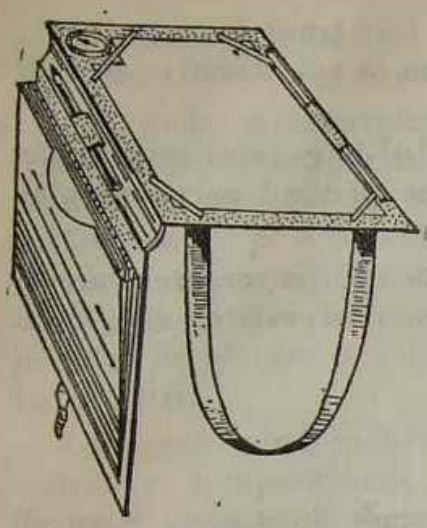


FIG. 274

grafice expeditive din vedere și pentru întocmirea crochiurilor de perspectivă. Planul (crochiul) se obține direct în teren pe această planșetă, prevăzută cu bretele pentru a putea fi ținută orizontal la înălțimea pieptului. Planșeta este de obicei o mapă ce se poate închide (fig. 274); în lipsa acesteia poate fi folosit un placaj sau un carton presat, cu dimensiunile aproximative de 25/30 cm. Într-un colț al planșetei se fixează o busolă în așa fel, încît direcția nord-sud a cadranului busolei să fie paralelă cu una din laturile planșetei. Suprafața planșetei trebuie să fie netedă și plană, fapt ce se verifică prin așezarea pe aceasta, în diferite locuri și direcții, a muchiei unei rigle verificate. Vizarea și materializarea direcțiilor, trasarea liniilor drepte și aplicarea distanțelor pe plan se fac cu ajutorul unui dubludecimetru sau tripludecimetru cu trei muchii, gradat în milimetri.

15.6.2 Stația topografică

Stația topografică se întrebuințează pentru ridicări topografice expeditive semiinstrumentale sau pentru ridicări grafice. Completul unei stații topografice (fig. 275) se compune din planșetă (*p*), alidada cu lunetă (*a*), declinatorul (*d*), nivela de calare (*n*), compasul de stație (*c*) și trepiedul (*t*). Din completul

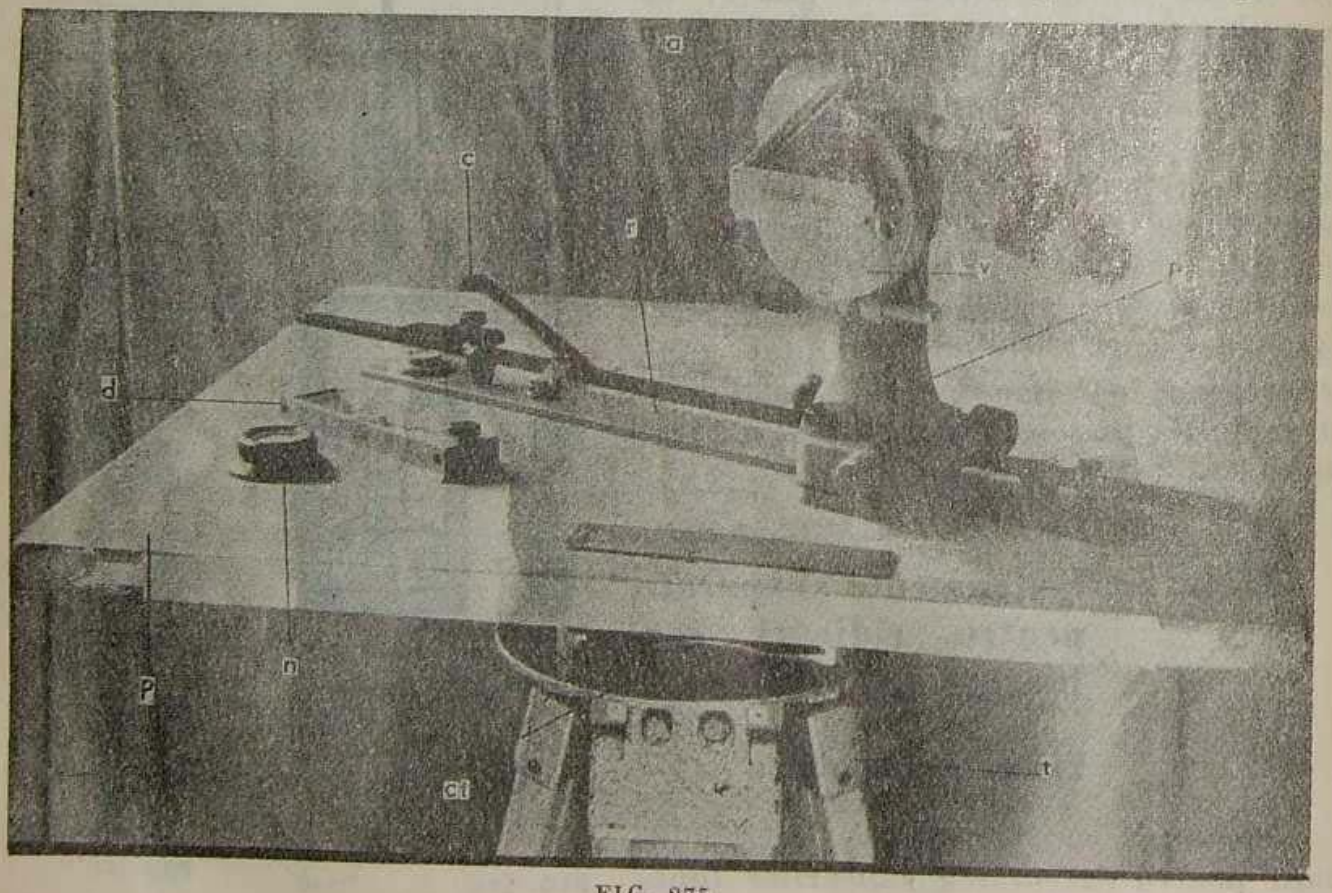


FIG. 275

stației topografice mai fac parte stadiile, jaloanele, umbrela, ruleta, precum și accesoriile de desen și de calculat.

Planșeta este o placă rigidă și netedă, construită din lemn ușor și uscat sau din aluminiu. Pe ea se fixează cu ajutorul unor holșuruburi sau clame un suport tare (de obicei o placă de zinc sau aluminiu), pe care se lipește o hîrtie de desen de bună calitate ce servește pentru marcarea și desenarea pe plan a detaliilor de teren ce se ridică. Pe partea de dedesubt este aplicată o placă de bronz cu ajutorul căreia planșeta se fixează de *capul de trepied* (*ct*), care permite anumite mișcări de translație și rotire și care, la rîndul lui, se sprijină pe trepied prin trei șuruburi de calare și este fixat pe acesta cu ajutorul unui șurub pompă. Mișcările ușurează punerea în stație a aparatului astfel, încît în poziția de lucru planșeta să fie orizontală și orientată.

Alidada cu lunetă servește la vizarea punctelor de pe teren și la materializarea vizelor pe planșetă. Ea se compune dintr-o *lunetă* (*l*), un *cerc vertical* (*v*), un *picior de susținere* (*ps*) și o *riglă* (*r*). Pe lîngă vizarea punctelor din teren, pentru determinarea direcțiilor orizontale și a unghiurilor verticale (ce se citesc pe cercul vertical al alidadei), luneta servește și la măsurarea indirectă a distanțelor. În acest scop pe reticulul lunetei, pe lîngă firul reticular orizontal și vertical, sînt gravate și fire stadimetrice. Luneta poate fi, după construcție, analitică sau neanalitică; distanțele reduse la orizont sau diferențele de nivel se obțin prin calcule. Unele aparate de construcție mai recentă sînt prevăzute cu dispozitive autoreductoare, care dau direct diferențele de nivel. Axa de vizare a lunetei se proiectează pe muchia de trasare a riglei, care constituie linia de credință a alidadei. Pentru a materializa pe planșetă o direcție vizată în teren este suficient să se tragă cu creionul o linie pe muchia de trasare a riglei.

Declinatorul servește la orientarea planșetei. La unele tipuri de stații topografice declinatorul este independent, la altele poate fi fixat pe planșetă sau pe rigla alidadei.

Nivela de calare, care servește la orizontalizarea planșetei, poate fi torică sau sferică și, asemenea declinatorului, poate fi ori independentă, ori montată pe planșetă sau pe rigla alidadei.

Compasul de stație, împreună cu *firul cu plumb*, servește la materializarea punctului de stație pe planșetă. Acest dispozitiv se folosește la ridicări grafice la scările 1:10 000 și mai mari. În cazul ridicărilor semiinstrumentale sau al ridicărilor grafice la scările 1:20 000 și mai mici nu mai este necesară folosirea acestui dispozitiv, întrucît chiar o eroare de instalare în stație de 1 m reprezintă o dimensiune mai mică decît precizia grafică.

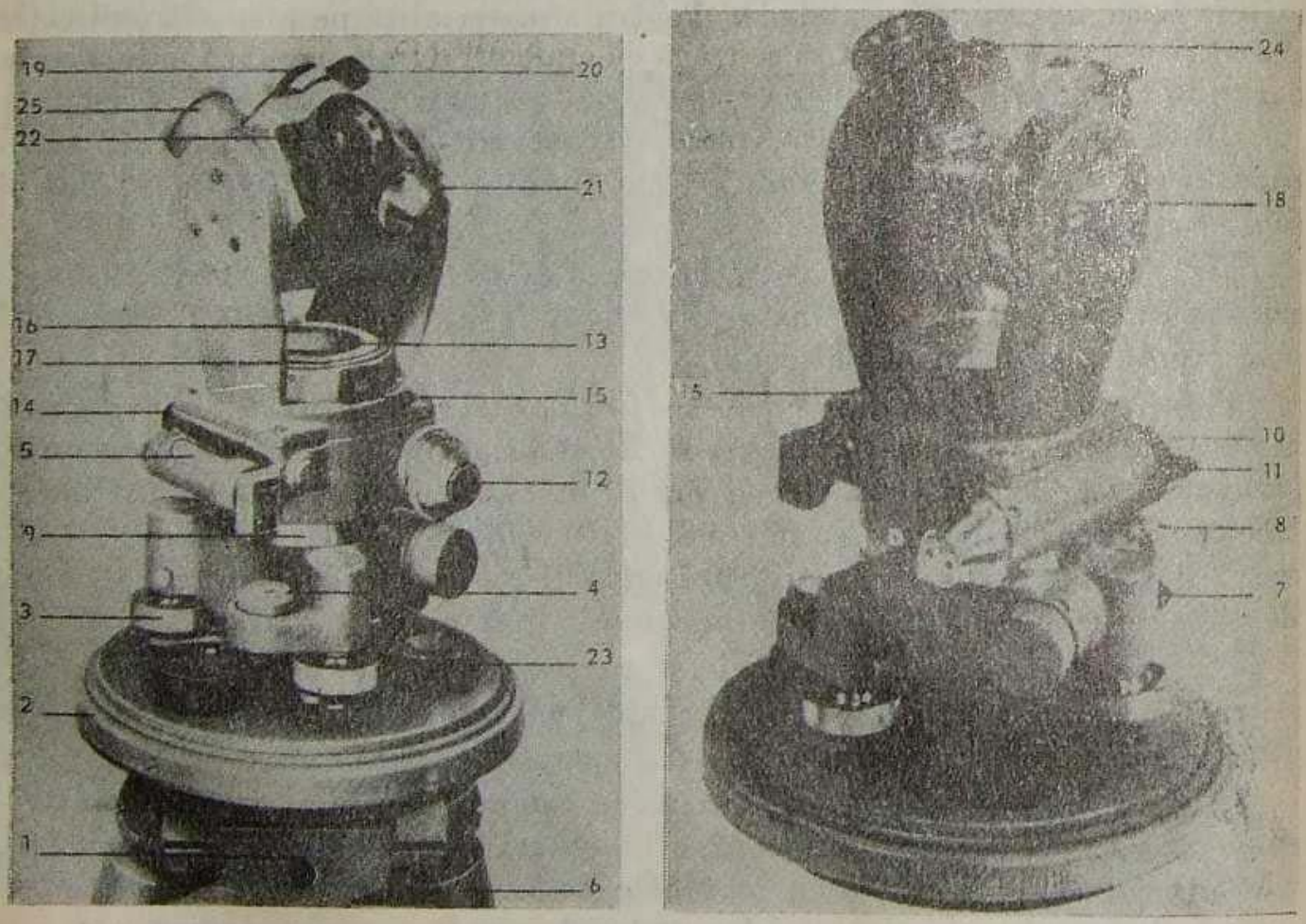
Trepiedul servește la punerea în stație a aparatului și se compune dintr-un sistem de trei picioare telescopice, confecționate din lemn, care au la capete cîte un vîrf metalic pentru înfigere în pămînt.

Accesoriile pentru desen și calcule se compun din scara grafică transversală (care poate fi ori independentă, ori montată sau gravată pe rigla alidadei), distanțierul, înțepătorul, diferite tabele de calcule (pentru reducerea la orizont a distanțelor și calculul diferențelor de nivel), creioane, radieră etc.

15.6.3 Goniometrul-busolă

Goniometrul-busolă (fig. 276) este un aparat cu largă folosință în artilerie datorită domeniului său extins de întrebuințare: măsurări de unghiuri orizontale și verticale, determinări de distanțe și cote, drumuiri cu busolă, ridicări instrumentale, determinări de azimut cu ajutorul Stelei Polare. Aparatul are o construcție robustă și foarte concentrată, iar dispozitivele de măsurare și citire sînt astfel așezate, încît permit o întrebuințare simplă, ușoară și comodă.

Cercul orizontal și cercul vertical (care sînt în exteriorul aparatului și se mișcă printr-un angrenaj de roți dințate), precum și tamburele acestora sînt gradate în miimi, asigurînd precizia de citire de 1 miime; citirea se face direct pe cerc (miile și sutele de miimi) și pe tambur (zecile și unitățile de miimi). Busola este gradată de asemenea în miimi, avînd și un dispozitiv special de introducere a corecției de declinație; citirea se face printr-o lupă fixă, indiferent de poziția acului magnetic. Luneta cudată are o mare putere de mărire și un larg cîmp vizual. Placa reticulară este de asemenea gradată în miimi atît pe plan orizontal, cît și pe cel vertical, unghiurile mici pînă la 01-40 putînd fi citite direct cu ajutorul acestor gradații. La lunetă se poate cupla un dispozitiv de iluminare a plăcii reticulare, aparatul putînd fi folosit astfel și pentru observații de noapte. Citirea distanțelor se face pe principiul telemetrului



a FIG. 276 *b*

cu bază fixă, folosind ori o miră orizontală ca bază fixă, ori obiecte din teren de lungimi cunoscute, aplicînd formula $D = \frac{l}{\gamma}$, în care l este lungimea în metri a bazei, iar γ este unghiul exprimat în miimi sub care se vede această lungime.

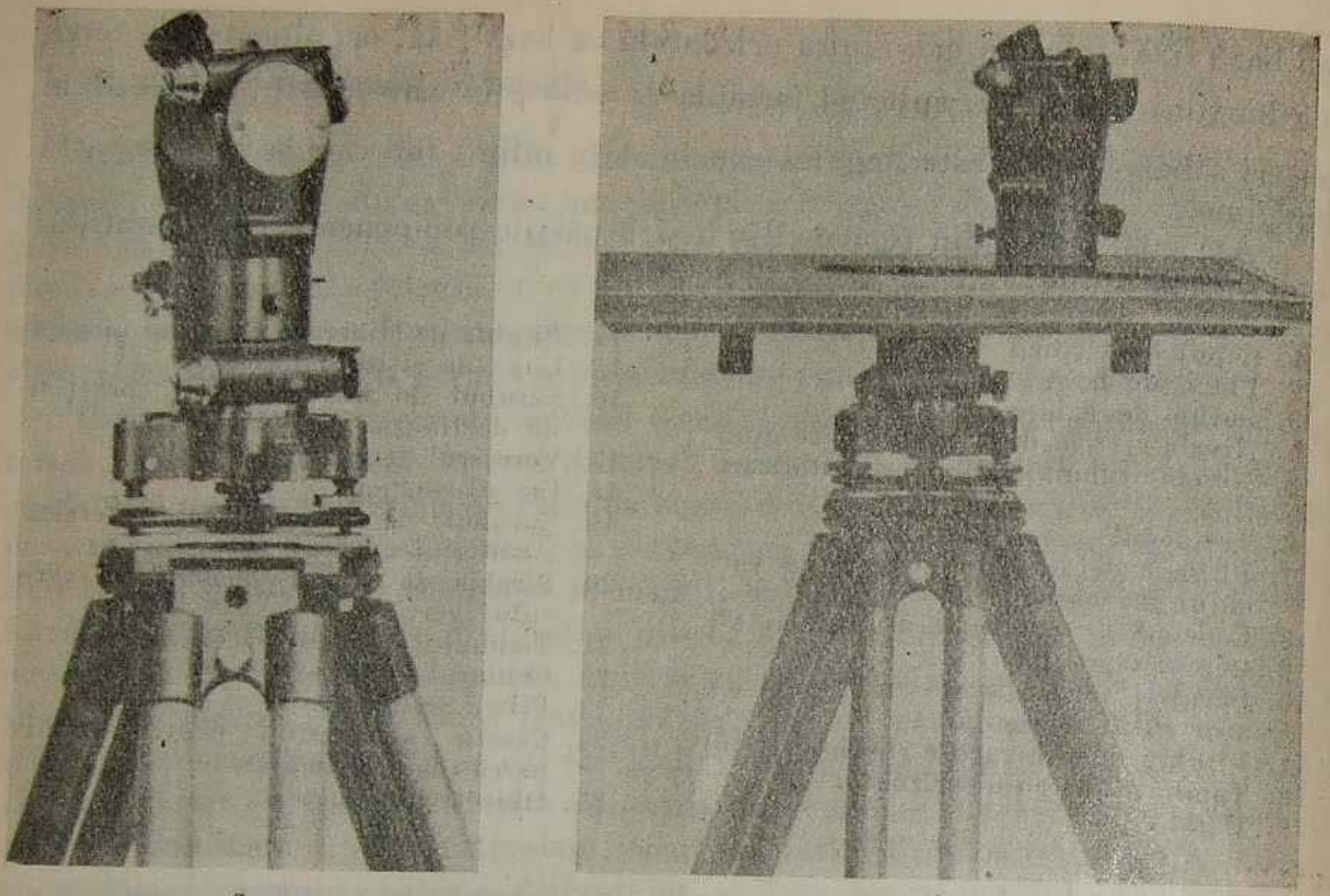
Așa cum reiese din figurile 276 *a* și *b* părțile componente ale aparatului sînt următoarele:

1. Capul de trepied
2. Placa de bază
3. Șurub de calare
4. Nivela sferică de orizontalizare dură
5. Nivela tubulară de orizontalizare fină
6. Trepiedul
7. Pîrghia de mișcare generală a cercului orizontal
8. Capacul de protecție a pîrghiei (7)
9. Cercul orizontal
10. Șurubul de mișcare micrometrică a cercului orizontal
11. Pîrghia de cliberare a șurubului (10)
12. Tamburul cercului orizontal
13. Busola
14. Pîrghia de cliberare a acului busolei
15. Lupa de citire a busolei
16. Șurubul de introducere a corecției de declinație
17. Vernierul declinației
18. Cercul vertical
19. Șurubul de mișcare micrometrică a cercului vertical
20. Pîrghia de mișcare generală a cercului vertical
21. Tamburul cercului vertical
22. Ocularul lunetei
23. Filtru de lumină
24. Caseta ștecherului pentru iluminarea plăcii reticulare
25. Obiectivul lunetei

15.6.4 Goniometrul binocular

Acest aparat (fig. 277) este destinat mai ales punctelor de comandă și pozițiilor de artilerie, dar poate fi folosit și drept instrument de observare, datorită opticii sale grandangulare excepționale, de un tip nou. Structura mecanică a goniometrului binocular corespunde în principiu cu cea a goniometrului monocular, primul față de cel de-al doilea deosebindu-se prin faptul că are un cîmp de vedere aproape dublu, iar precizia de măsurare a unghiurilor crește de la 1 miime la 0,5 miimi, grație sistemului de axe și a mărimii cercurilor divizate. Sistemul de lunete este dotat cu oculare grandangulare; această optică asigură o calitate superioară imaginilor și o claritate perfectă contururilor acestora. Un șurub moletat, plasat în partea stîngă a axului orizontal, permite adaptarea lunetelor la baza oculară a observatorului.

FIG. 277



a FIG. 278 *b*

15.6.5 Goniometrul-planșetă

Acesta este un aparat combinat, cu cîmp larg de aplicabilitate mai ales în artilerie. Părțile componente ale aparatului fiind montate aparte sau combinat pe aceeași ambază, acesta poate fi folosit ca goniometru-busolă monocular (fig.278 *a*) sau stație topografică (fig.278 *b*). Cînd aparatul este folosit ca stație topografică o riglă se montează la partea superioară a goniometrului, acesta transformîndu-se astfel în alidadă cu lunetă. Goniometrul este prevăzut cu o lunetă cudată avînd imaginea dreaptă. Diviziunile pe ambele cercuri sînt gravate în miimi, valoarea unei diviziuni de pe tambur fiind de 1 miime; placa reticulară a lunetei este divizată de asemenea în miimi.

15.7 Instrumente de birou

15.7.1 Rigla și echerul

O operație foarte des folosită la ridicările topografice expeditive din vedere și semiinstrumentale, precum și la lucrările topografice instrumentale și de desen, este trasarea pe plan a liniilor drepte, operație ce se execută cu ajutorul *riglei și echerului*. Pentru a putea fi folosite în mod corespunzător, aceste instrumente simple trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— partea care se așază pe planșetă trebuie să fie perfect plană;
— muchiile să fie perfect drepte;
— unul din unghiurile echerului să fie drept.

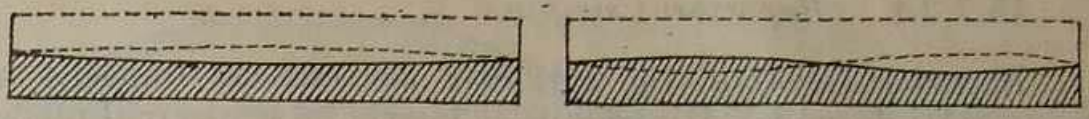


FIG. 279 *a* *b*

Prima condiție se verifică prin așezarea instrumentului pe suprafața unei planșete verificate; dacă între cele două suprafețe rămîne un spațiu liber rezultă că suprafața riglei (echerului) nu este plană.

Pentru verificarea celei de-a doua condiții se trage cu creionul o linie subțire de-a lungul muchiei ce se verifică; apoi se întoarce rigla (echerul) cu 180° și se așază aceeași muchie pe linia trasată, însă pe partea cealaltă. Dacă muchia se suprapune pe toată lungimea ei pe linia trasată cu creionul înseamnă că este dreaptă; în caz contrar, între linia trasată și muchie rămîne un spațiu liber (fig. 279 *a*), ori muchia acoperă toată linia trasată sau o parte a ei (fig. 279 *b*).

Pentru a verifica unghiul drept al echerului se trasează cu ajutorul unei rigle verificate o linie dreaptă, se așază echerul pe această linie în poziția ABC și se trasează cu creionul dreapta AC (fig. 280 *a*). Dacă după așezarea echerului în poziția AB_1C, cateta sa AC coincide cu linia trasată, atunci unghiul său CAB este un unghi drept; în caz contrar, echerul ocupă poziția AB_1C_1 (fig. 280 *b*) sau AB_1C_2 (fig. 280 *c*).

15.7.2 Raportorul

Raportorul este un instrument simplu, confecționat din metal sau din material plastic transparent și servește la construirea sau la măsurarea unghiurilor orizontale pe plan.

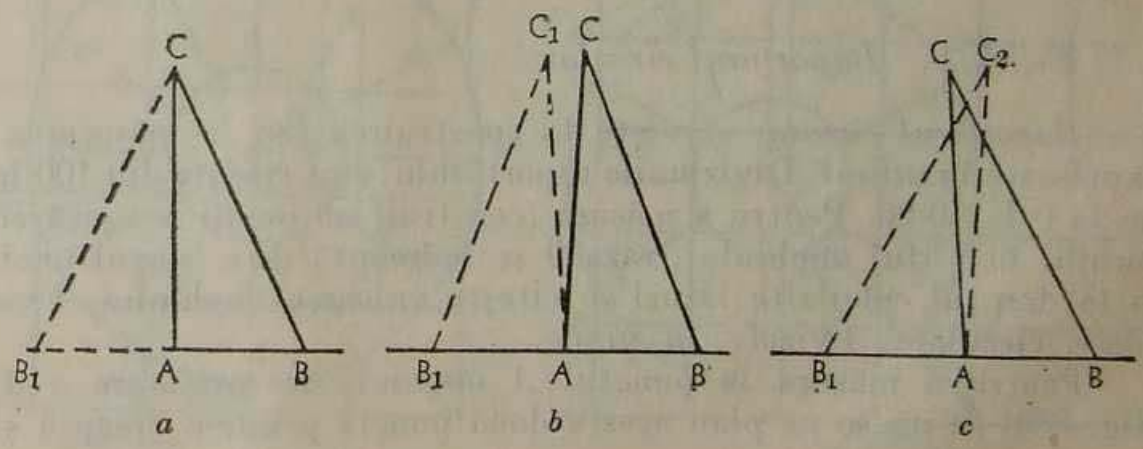


FIG. 280

15.7.2.1 *Raportorul simplu*

Raportorul simplu (fig. 281) este un semicerc împărțit în grade (uneori în jumătăți de grade). Diviziunile se înscriu pe semicercul raportorului în grade sexagesimale (centezimale), de la 0° la 180° (0^g-200^g), într-un sens sau în ambele sensuri. Pe rigla de bază a raportorului, în centrul semicentrului, se gravează indicele I; de regulă pe rigla de bază se mai gravează și o scară transversală.

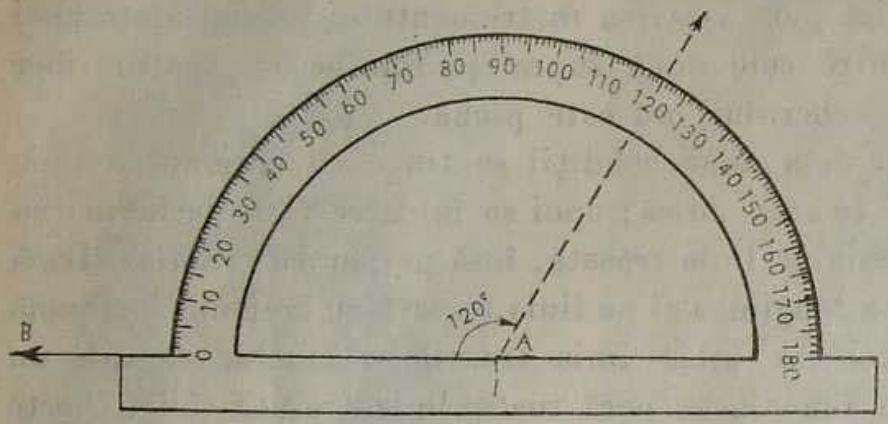


FIG. 281

Pentru a construi în punctul A față de direcția AB un unghi dat de 120° (fig. 281) se așază raportorul cu indicele I în punctul A și cu diviziunea 0° pe dreapta AB; însemnînd pe hîrtie un punct în dreptul valorii date a unghiului, se unește acest punct cu A și se obține unghiul dat. Pentru a măsura un unghi se așază raportorul cu indicele în vîrful unghiului astfel ca diviziunea 0° să fie pe una din laturi, apoi se citește valoarea unghiului pe diametrul raportorului, în dreptul celeilalte laturi.

Raportorul trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— diviziunile să fie exacte; pentru verificare, același unghi se măsoară cu diverse porțiuni ale semicercului gradat;

— indicele I trebuie să coincidă cu centrul semicercului; pentru verificare se construiesc două drepte perpendiculare și se așază raportorul cu indicele I în intersecția perpendicularelor și cu diviziunea de 90° pe una din drepte; în acest caz, gradațiile de 0° și 180° trebuie să se afle pe cealaltă dreaptă.

Există și raportoare speciale (fig. 282) prevăzute cu bare și verniere ce permit citirea prin aproximare a unghiului pînă la 1′ (1ᶜ) și care se folosesc pentru raportarea pe plan a punctelor determinate prin *coordonate polare* (distanța d și unghiul α).

15.7.2.2 *Raportorul circular*

Raportorul circular servește la construirea sau la măsurarea unghiurilor exprimate în miimi. Diviziunile raportorului sînt trasate din 100 în 100 miimi, de la 0 la 60-00. Pentru a măsura (construi) un unghi se așază centrul raportorului în vîrful unghiului, raza 0 se îndreaptă de-a lungul uneia din laturi și în dreptul celeilalte laturi se citește valoarea unghiului. Există și raportoare circulare divizate în grade.

Pentru a măsura în punctul A unghiul de orientare a direcției AB (fig. 283) se unesc pe plan aceste două puncte printr-o dreaptă și se măsoară

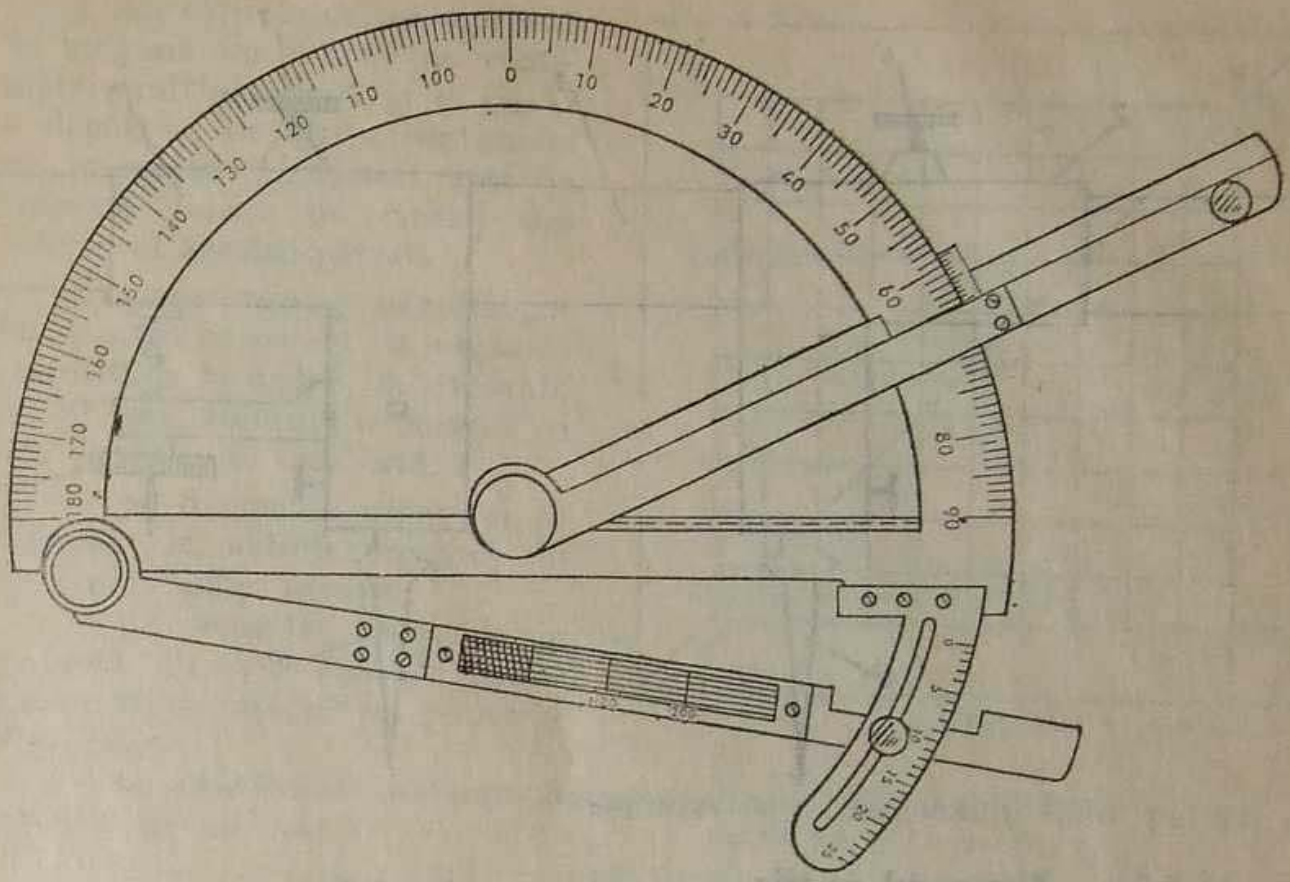


FIG. 282

unghiul α la intersecția acestei drepte cu cea mai apropiată linie verticală de caroiaj față de punctul A, raza 0 al raportorului fiind suprapusă pe această linie verticală de caroiaj. Pentru a construi în punctul A un unghi de orientare α dat (fig. 284) se trasează prin acest punct o dreaptă paralelă la liniile verticale de caroiaj; față de această dreaptă paralelă se construiește unghiul dat, așa cum rezultă din figură.

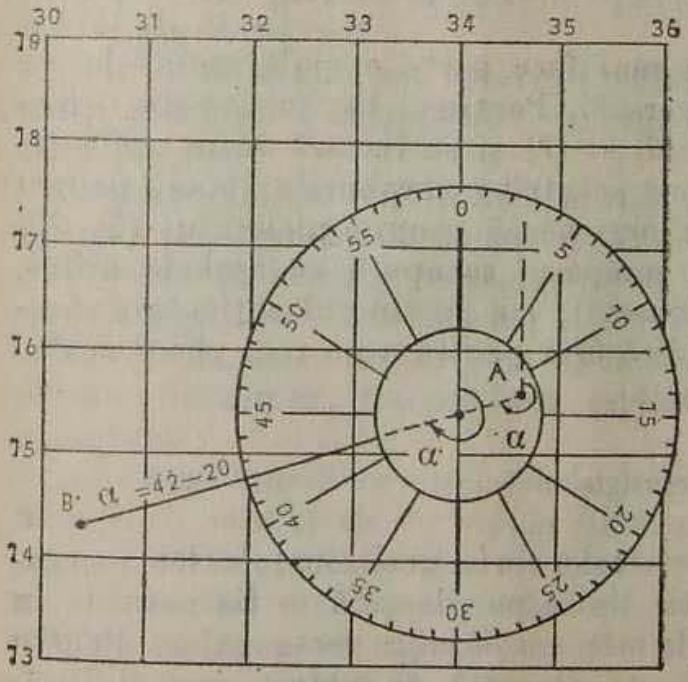


FIG. 283

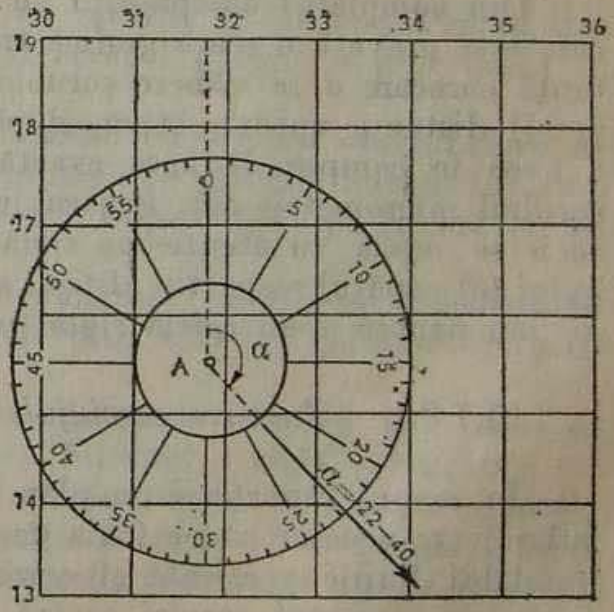


FIG. 284

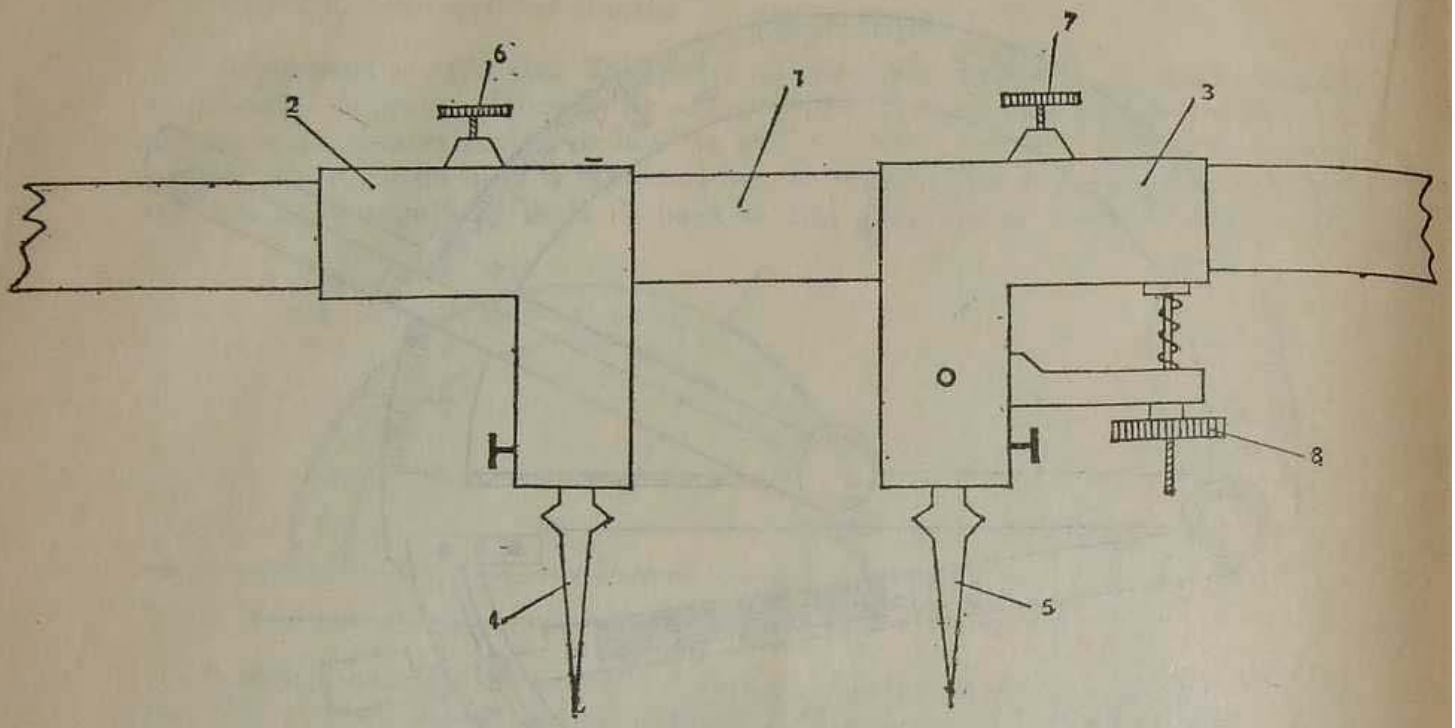


FIG. 285

15.7.3 Compasul cu tije

Compasul cu tije (fig. 285) este un instrument care se folosește la raportarea pe plan a distanțelor relativ mari, la trasarea caroiajului rectangular sau la verificarea trasării acestuia, precum și la alte lucrări topografice.

El se compune dintr-o riglă de lemn (*1*) pe care culisează cele două picioare ale compasului (*2*, *3*). Pe ambele picioare sînt montate acele (*4*, *5*) și șuruburile de fixare (*6*, *7*). Piciorul (*3*) al compasului este astfel construit, încît permite, prin intermediul șurubului de fină mișcare (*8*), să se ia între vîrfurile sale o distanță precisă.

Din completul compasului cu tije mai face parte o riglă metalică, pe care este gravată o scară grafică transversală. Pentru a lua în compas o distanță oarecare *d* se slăbesc șuruburile (*6*) și (*7*) și se fixează între acele (*4*) și (*5*) distanța aproximativă, după care se strîng șuruburile; apoi, pentru a avea în compas distanța exactă, se acționează asupra piciorului (*3*) din șurubul micrometric (*8*). Pentru lucru compasul se apucă cu ambele mîini, acele se așază cu atenție pe riglă (planșetă), iar pe timpul acționării șurubului (*8*) capătul respectiv al tijei se ridică ușor pentru a nu toci vîrful acului (*5*) sau pentru a nu zgîria rigla (planșeta).

15.7.3.1 *Trasarea caroiajului rectangular*

În scopul raportării pe plan a punctelor prin coordonatele lor rectangulare este necesar ca pe foaia de hîrtie lipită pe planșetă să fie marcate în prealabil liniile verticale și orizontale ale caroiajului rectangular. Pentru construirea acestui caroiaj se trasează pe planșetă un pătrat care îl limi-

tează, ale cărui laturi să cuprindă în lungime un număr de centimetri multiplu de 4 și să fie la o depărtare de cîțiva centimetri de marginea planșetei, apoi se trasează liniile de caroiaj din interiorul acestui pătrat.

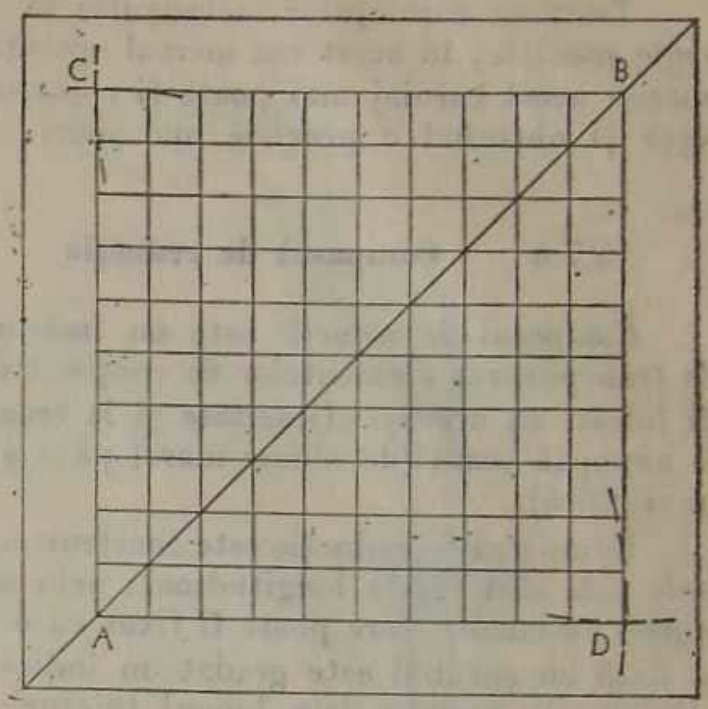


FIG. 286

Trasarea caroiajului rectangular, pentru un pătrat cu lungimea stabilită a laturilor (de exemplu de 40 cm), folosind compasul cu tije și rigla, se face astfel:

— pe diagonala planșetei se trasează fin o linie dreaptă, cu un creion bine ascuțit;

— pe această linie, la o distanță de 5-6 cm de colțul planșetei, se înțeapă un punct A (fig. 286);

— se calculează distanța corespunzătoare diagonalei unui pătrat cu laturile de 40 cm:

$$d = \sqrt{40^2 + 40^2} = 40\sqrt{2} = 40 \times 1{,}4142 = 56{,}57 \text{ cm};$$

— se ia în compas această distanță și se aplică pe diagonala trasată pe planșetă, începînd cu punctul A, obținîndu-se prin înțepare punctul B;

— se trasează apoi cu compasul cu tije din punctele A și B, considerate centre, arce de cerc cu raza de 40,00 cm, ale căror intersecții C și D materializează celelalte două vîrfuri ale pătratului, ce se marchează prin înțepare;

— pentru verificare se măsoară diagonala CD care trebuie să fie de 56,57 cm, precum și laturile AB, BC, CD și DA, a căror lungime trebuie să fie de 40,00 cm.

În felul acesta s-a construit pătratul cu laturile de 40 cm. Pentru trasarea caroiajului rectangular din interiorul acestui pătrat se procedează în felul următor:

— din fiecare vîrf al pătratului să măsoară cu aceeași deschizătură de compas un segment de 16,00 cm, care se înțeapă pe laturile adiacente; apoi se procedează identic, cu segmente de 8,00 cm, obținîndu-se pe fiecare latură cîte 5 segmente de 8,00 cm;

— segmentele de 8,00 cm se împart la jumătate cu aceeași deschizătură a unui distanțier, înțepîndu-se segmente de cîte 4,00 cm pe toate laturile pătratului;

— înțepăturile corespondente de pe laturile opuse se unesc prin trasarea unor linii subțiri cu un creion bine ascuțit, folosind o riglă verificată;

— intersecțiile liniilor orizontale și verticale trasate se înțeapă cu grijă;

— pentru verificare se măsoară cu atenție laturile și diagonala cîtorva carouri de pe toată suprafața pătratului: laturile trebuie să fie de 4,00 cm, iar diagonalele de 5,66 cm.

Trasarea caroiajului rectangular se mai poate face și cu ajutorul unor rigle speciale; în acest caz mersul operațiilor este același ca mai sus. De asemenea acest caroiaj mai poate fi construit și la coordonatograf, lucrînd mai ușor și obținînd o precizie mai mare.

15.7.4 Compasul de reducție

Compasul de reducție este un instrument ce se folosește în mod curent la transpunerea elementelor de conținut de pe fotogramă pe hartă, însă poate fi folosit cu aceeași eficacitate și la transpunerea detaliilor de pe o hartă la o anumită scară (de obicei mare) pe o altă hartă la scară diferită (de obicei mai mică).

Compasul de reducție este construit așa cum se arată în figura 287. Picioarele sale sînt tăiate longitudinal; prin aceste tăieturi se deplasează liber un șurub cu cursor, care poate fi fixat cu o piuliță. Pe cursorul ce se deplasează o dată cu șurubul este gradat un indice, care se fixează, după caz, față de diviziunile trecute de-a lungul tăieturii picioarelor. Dacă se fixează indicele, de pildă, în dreptul diviziunii însemnate cu cifra 2, atunci, în cazul acestei deschizături a compasului, distanța dintre vîrfurile ascuțite ale picioarelor de la un capăt va fi de două ori mai mare decît distanța dintre vîrfurile ascuțite ale picioarelor de la capătul celălalt.

Este evident că înainte de folosirea compasului de reducție indicele său trebuie fixat în dreptul diviziunii corespunzătoare raportului dintre scara fotogramei și scara hărții. Transpunerea obiectelor se face prin intermediul raportării directe — în cazul distanțelor sau elementelor liniare — și prin acela al intersecțiilor — în cazul detaliilor izolate. În acest din urmă caz este necesară existența a cel puțin două puncte comune pe fotogramă și pe hartă, față de care se face intersectarea.

15.7.5 Coordonatograful de campanie

Coordonatograful este un instrument special construit pentru executarea cu precizie a trasării caroiajului rectangular, raportării punctelor pe planșetă prin coordonatele lor sau scoaterii coordonatelor punctelor obținute pe planșetă. Există diferite sisteme de astfel de instrumente, care se deosebesc între ele prin dimensiuni și detalii de construcție; principiile de construcție și de întrebuințare sînt însă aceleași.

Schema de principiu a coordonatografului este reprezentată în figura 288. Instrumentul constă din două *rigle de bază* X și Y, perpendiculare una pe cealaltă, pe care sînt fixate riglele cu scările milimetrice; numerotarea diviziunilor de pe scări crește de la stînga la dreapta și de jos în sus. Rigla X este fixată într-un cursor (A), care se mișcă în lungul riglei Y. În lungul riglei X se mișcă un *cursor* (B), pe care sînt fixate *acul de înțepat* (C) și *microscopul* (D). Amîndouă cursoarele sînt prevăzute cu *verniere* și *lupe*, care permit ca citirile pe scările riglelor să fie făcute cu mare precizie (de regulă 0,05 mm).

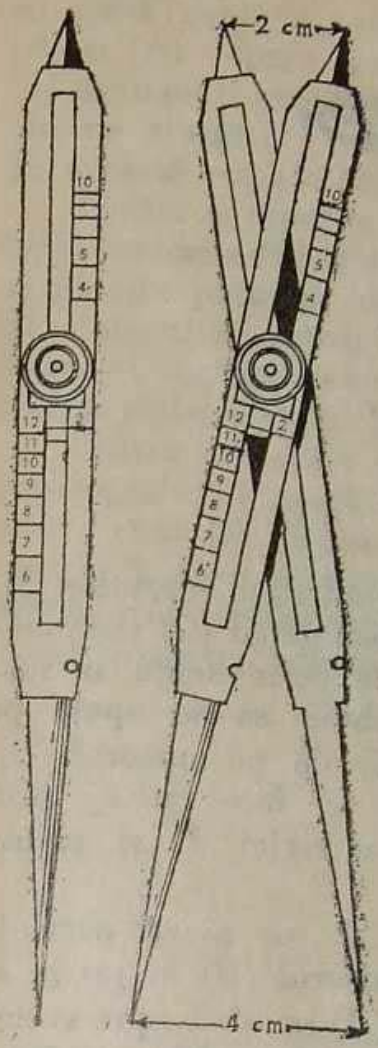
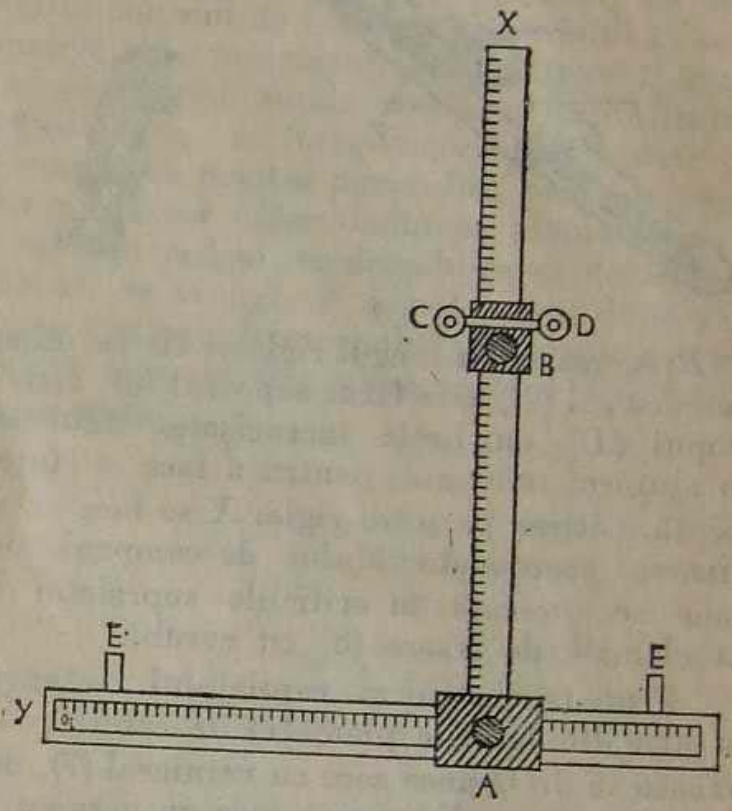


FIG. 287

FIG. 288



Pe rigla *Y* sînt fixați doi *indici (E)*, care se folosesc pentru corecta așezare a planșetei caroiate sub coordonatograf. Mai sînt și alte piese, care servesc la păstrarea perpendicularității axelor riglelor, la mișcarea lină a cursoarelor, la posibilitatea de a lucra atît cu acul (pentru raportarea punctelor sau trasarea caroiajului), cît și cu microscopul (pentru scoaterea coordonatelor punctelor), la stabilitatea instrumentului în timpul lucrului etc.

Coordonatograful de campanie (fig. 289) este un instrument de gabarit redus, de greutate mică, demontabil și ușor transportabil, care poate fi instalat pe orice masă de lucru, fiind montat pe o planșetă de lemn de circa 1/1m. Părțile componente principale sînt notate la fel ca în figura 288. Construcția riglei *Y* permite mișcarea scării sale, într-un interval mic, în lungul axei riglei de bază. Scara acestei rigle este dublă; rîndul de cifre de jos se folosește la raportarea punctelor (cu ajutorul acului), iar rîndul de sus, pentru scoaterea coordonatelor punctelor de pe plan (cu ajutorul microscopului); citirea pe aceste scări se face, după caz, cu vernierul stîng (1) al acului sau cu vernierul drept (2) al microscopului. Așezarea perpendiculară a axelor riglelor *X* și *Y* se face cu ajutorul brățărilor mobile (3), care dau posibilitatea să se regleze cu ajutorul șuruburilor de fixare poziția cursorului *A* în raport cu rigla *Y* și prin aceasta să se schimbe poziția reciprocă a axelor riglelor; după reglare brățările se fixează cu ajutorul șuruburilor (4). Cursoarele (*A*)

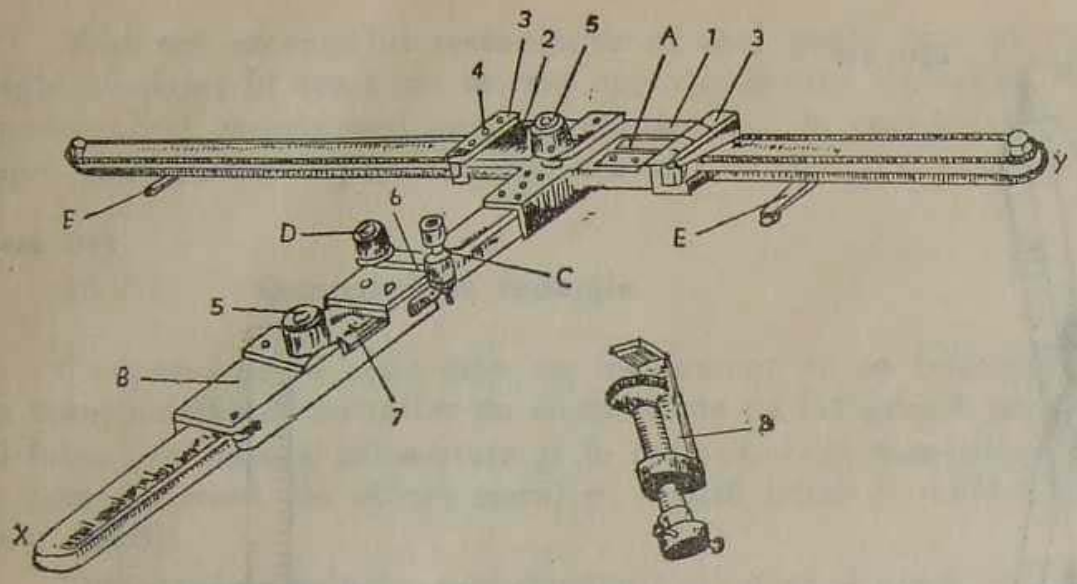


FIG. 289

și (B) se mișcă în lungul riglelor fie cu mîna, fie prin învîrtirea rozetelor (5). Pe cursorul (B) este fixat suportul (6), care ține acul de înțepat (C) și microscopul (D) cu firele încrucișate. Acul este presat în permanență în sus, cu ajutorul unui arc; pentru a face o înțepătură trebuie să se apese pe rozetă. Citirea pe scara riglei X se face cu vernierul (7) de pe cursorul (B). Fixarea coordonatografului de campanie pe planșetă se face cu ajutorul unor ace așezate în orificiile suprafeței inferioare a riglei Y și prinse cu clamele de fixare (8) cu șurub.

Pentru construirea caroiajului rectangular rigla Y se așază paralelă cu una din laturile planșetei de caroiat, se aduce cursorul (B) în jos și se fixează la diviziunea zero cu vernierul (7), iar cursorul (A) se aduce spre stînga și se fixează la diviziunea zero cu vernierul (1). În această poziție a coordonatografului se face o înțepătură cu acul, care reprezintă colțul de sud-vest al pătratului. Deplasînd succesiv spre dreapta cursorul (A), fără să se miște cursorul (B), se înțeapă la intervale egale stabilite (de obicei din 4 în 4 cm) distanța dintre liniile de caroiaj, obținînd astfel primul rînd orizontal de puncte; ultimul punct înțepat va fi colțul din sud-est al pătratului. Apoi se deplasează cursorul (B) în sus, la același interval, se face o înțepătură, după care, deplasînd succesiv cursorul (A) spre stînga, se obține al doilea rînd orizontal de puncte. Se procedează astfel în continuare, pînă cînd se obțin toate punctele necesare. Pentru trasarea caroiajului punctele înțepate pe rîndurile orizontale și verticale se unesc, folosind o riglă verificată și un creion bine ascuțit. Caroiajul este corect construit, dacă liniile trasate trec prin centrul înțepăturilor. Dacă este cazul, se poate trece la raportarea pe planșetă a punctelor cunoscute prin coordonate, chiar înainte de a trasa cu creionul liniile de caroiaj.

Pentru raportarea punctelor pe o planșetă caroiată anterior se așază coordonatograful pe această planșetă astfel, încît liniuțele de pe indicii (E) să fie în dreptul primei linii orizontale de caroiaj de jos, iar diviziunea zero a rîndului de jos al scării riglei Y să se afle aproximativ în dreptul primei linii verticale de caroiaj din stînga. Fixînd coordonatograful în această poziție,

se așază acul în colțul de sud-vest al caroiajului prin mișcarea cursoarelor (A) și (B) — prin această operație vernierul (7) se va găsi automat în dreptul diviziunii zero a scării de pe rigla X —, apoi se deplasează ușor scara mobilă a riglei Y, aducînd-o cu diviziunea zero în dreptul vernierului (1). În această poziție coordonatograful este pregătit pentru raportarea punctelor.

Pentru a raporta un punct prin coordonatele sale se aduce acul, cu ajutorul cursoarelor (A) și (B), în dreptul colțului de sud-vest al caroului în care se găsește punctul, după coordonatele sale prescurtate (kilometrice); apoi, cu ajutorul raportului de scară se transformă sutele, zecile și unitățile de metri ai coordonatelor x și y în milimetri, se înregistrează aceste date pe scările riglelor X și Y și se materializează poziția punctului, prin înțepare.

Pentru scoaterea coordonatelor punctelor determinate pe planșetă coordonatograful se așază la fel ca în cazul precedent, cu deosebirea să diviziunea zero a rîndului de sus al scării mobile de pe rigla Y se potrivește după vernierul (2). Apoi se aduce încrucișarea firelor microscopului pe punctul pentru care se scot coordonatele, se fac citirile cu vernierele microscopului și se transformă în metri, folosind raportul de scară.

CAPITOLUL AL 16-LEA

Ridicări topografice

16.1 Generalități

Măsurările ce se execută pe teren, pentru a obține un plan sau o hartă topografică, se numesc *ridicări topografice*. Aceste măsurări au drept scop obținerea unor elemente cu ajutorul cărora se determină în spațiu și în plan poziția unor puncte necesare reprezentării detaliilor terenului.

Prin efectuarea unor măsurări de distanțe și unghiuri se obțin elemente liniare sau unghiulare care se folosesc pentru rezolvarea unor figuri geometrice; această rezolvare duce la aflarea poziției punctelor poligonale respective, în raport cu un sistem de referință ales (sistemul de coordonate al proiecției în care se lucrează sau un sistem ales arbitrar). Se determină la început coordonatele unor puncte de bază, apoi, pornind de la acestea, se determină poziția relativă a unor detalii, în funcție de punctele de bază determinate inițial. Aceasta este, de altfel, calea de urmat la întocmirea hărților topografice. Dar pentru nevoi militare sînt situații cînd se cere determinarea poziției prin coordonate a anumitor puncte, fără a se urmări în final întocmirea unei hărți.

Metodele prin care se obțin coordonatele punctelor necesare sînt variate și ele depind de o serie de factori, printre care amintim aparatura existentă, precizia de determinare și timpul la dispoziție. Deoarece operațiile militare se desfășoară în timp scurt și în ritm rapid, se înțelege că și metodele de ridicare topografică trebuie să răspundă acestor cerințe.

Ridicările topografice pot fi executate *analitic și grafic*. De asemenea, pentru satisfacerea unor nevoi militare au o largă întrebuințare ridicările topografice *expeditive*, care, la rîndul lor, pot fi executate *semiinstrumental* (cu folosirea parțială a aparaturii topografice clasice sau a unor instrumente simple de măsurare) sau *din vedere* (mai ales pentru întocmirea crochiurilor perspective).

16.2 Metode analitice de ridicare topografică

Cu ajutorul metodelor analitice de ridicare topografică se obțin coordonatele punctelor din teren, folosind aparatură adecvată (teodolit, tachimetru, goniometru-busolă), cu o asemenea precizie care să satisfacă atît nevoile impuse de construirea hărții topografice, cît și alte nevoi militare specifice. Dăm în continuare cîteva din metodele analitice de ridicare topografică, cu ajutorul cărora se pot obține în timp scurt coordonatele punctelor din teren.

Lipsă din carte

Lipsă din carte

unde θ este orientarea cunoscută a laturii SS_1; ceea ce înseamnă că pentru fiecare latură din punctul de stație spre punctele radiate se vor folosi relațiile:

$$\theta_1 = \theta + \omega_1;$$

$$\theta_2 = \theta + \omega_2;$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\theta_n = \theta + \omega_n;$$

— se calculează creșterile de coordonate, adică diferențele care se adaugă coordonatelor punctului de stație, pentru a le obține pe cele ale punctelor radiate (fig. 291), după relațiile:

$$\delta x_1 = d_1 \cos \theta_1;\ \delta y_1 = d_1 \sin \theta_1;\ \delta h_1 = l_1 \sin \alpha_1;$$

$$\delta x_2 = d_2 \cos \theta_2;\ \delta y_2 = d_2 \sin \theta_2;\ \delta h_2 = l_2 \sin \alpha_2;$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

$$\delta x_n = d_n \cos \theta_n;\ \delta y_n = d_n \sin \theta_n;\ \delta h_n = l_n \sin \alpha_n;$$

la aplicarea cărora se va ține seama de semnele lui sin θ, cos θ și sin α;

— se calculează coordonatele absolute ale punctelor radiate, folosind relațiile:

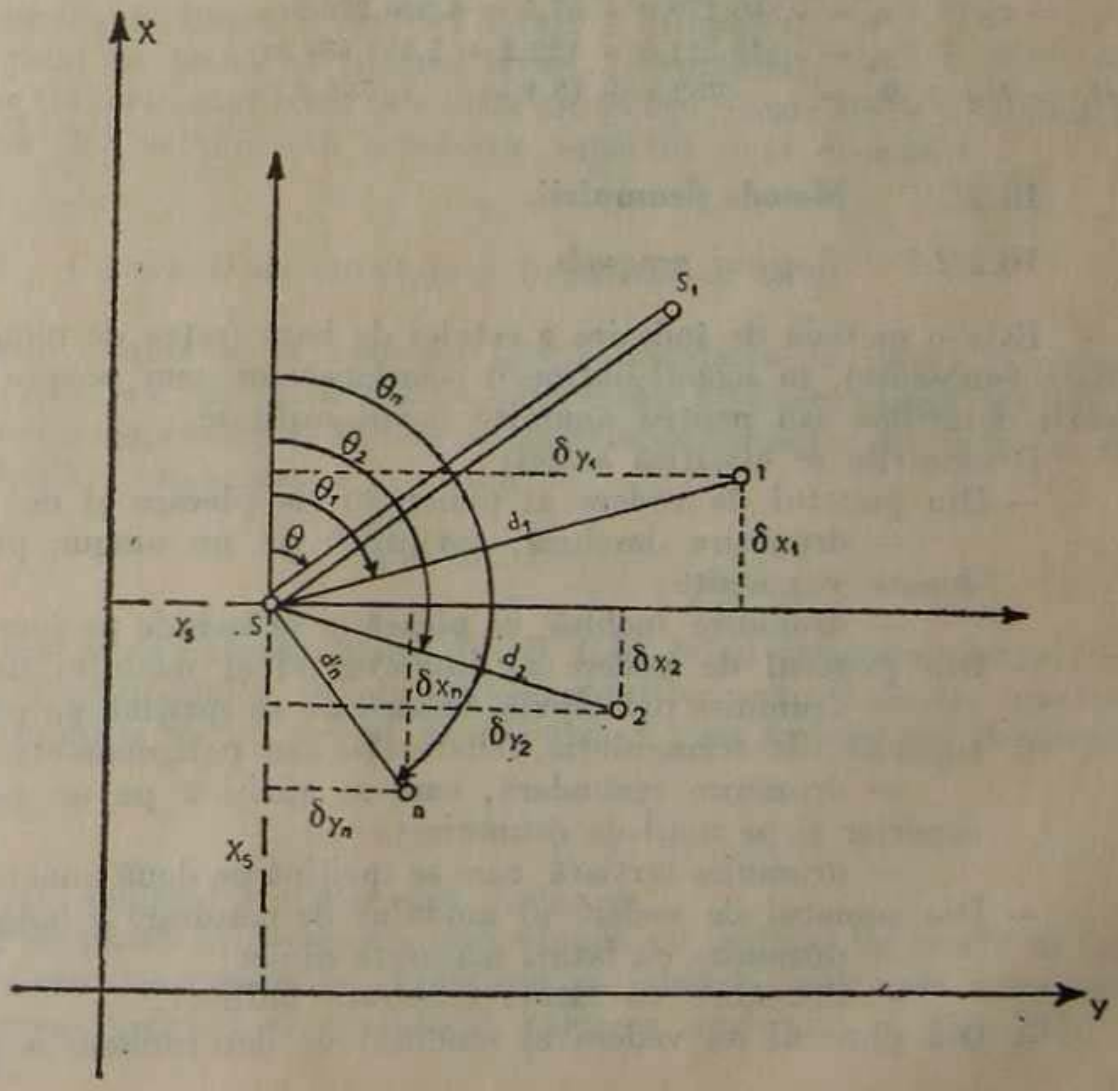


FIG. 291

$$x_1 = x_S + \delta x_1;\ y_1 = y_S + \delta y_1;\ H_1 = H_S + \delta h_1;$$
$$x_2 = x_S + \delta x_2;\ y_2 = y_S + \delta y_2;\ H_2 = H_S + \delta h_2;$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$x_n = x_S + \delta x_n;\ y_n = y_S + \delta y_n;\ H_n = H_S + \delta h_n.$$

Se dă în continuare un exemplu de calculul coordonatelor rectangulare ale unui punct radiat. Se cunosc coordonatele rectangulare ale punctului S, orientarea în acest punct și elementele rezultate din măsurări, după cum urmează:

$x_S = 4.860.179,0;$ $\quad l_1 = 135,70$ m;
$y_S = 5.413.511,6;$ $\quad \alpha_1 = +5°30';$
$H_S = \quad 753,2;$ $\quad \omega_1 = 7°20'13'';$
$\theta = 57°30'17'';$

se cere să se calculeze coordonatele rectangulare ale punctului radiat 1.

Rezolvare:

$d_1 = l_1\cos\alpha_1 = 135,70 \times \cos 5°30' = 135,70 \times 0,995396 = 135,08$ m;
$\theta_1 = \theta + \omega_1 = 57°30'17'' + 7°20'13'' = 64°50'30'';$
$\delta x_1 = d_1\cos\theta_1 = 135,08 \times \cos 64°50'30'' = 135,08 \times 0,425126 = 57,4;$
$\delta y_1 = d_1\sin\theta_1 = 135,08 \times \sin 64°50'30'' = 135,08 \times 0,905135 = 122,2;$
$\delta h_1 = l_1\sin\alpha_1 = 135,70 \times \sin 5°30' = 135,70 \times 0,095844 = 13,1;$
$x_1 = x_S + \delta x_1 = 4.860.179,0 + 57,4 = 4.860.236,4;$
$y_1 = y_S + \delta y_1 = 5.413.511,6 + 122,2 = 5.413.633,8;$
$H_1 = H_S + \delta h_1 = \quad 753,2 + 13,1 = \quad 766,3.$

16.2.2 Metoda drumuirii

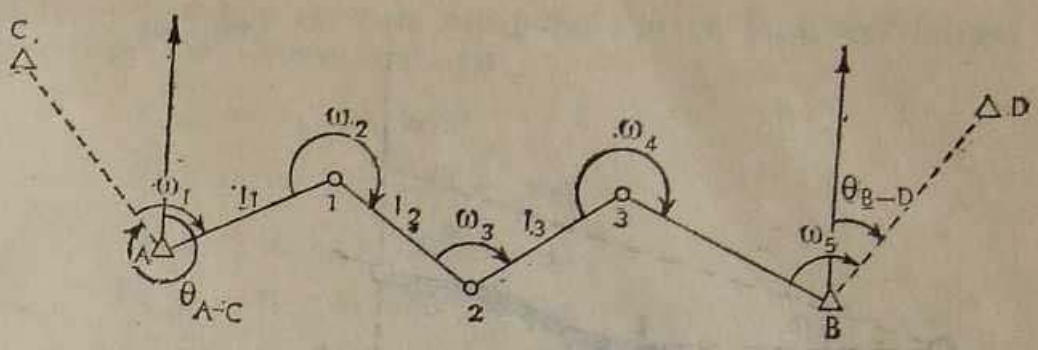
16.2.2.1 *Noțiuni generale*

Este o metodă de îndesire a rețelei de bază (rețea de puncte de coordonate cunoscute), în scopul obținerii coordonatelor unor puncte necesare ridicării detaliilor sau pentru anumite nevoi militare.

Drumuirile se clasifică astfel:

— Din punctul de vedere al punctelor de plecare și de închidere:
  — drumuire deschisă, sprijinită pe un singur punct cu coordonate cunoscute;
  — drumuire închisă, ce pleacă și se închide pe puncte cunoscute.
— Din punctul de vedere al importanței și modului de sprijinire:
  — drumuire principală, aceea care se sprijină pe puncte de ordin superior, de triangulație, trilateratie sau poligonometrie de precizie;
  — drumuire secundară, care se sprijină pe un punct de ordin superior și pe unul de drumuire;
  — drumuire terțiară, care se sprijină pe două puncte de drumuire.
— Din punctul de vedere al modului de măsurare a lungimii laturilor:
  — drumuire cu laturi măsurate direct;
  — drumuire cu laturi măsurate indirect.
— Din punctul de vedere al modului de determinare a orientărilor:

FIG. 292



— drumuire cu orientări determinate prin calcul;
— drumuire cu orientări măsurate direct pe teren;
— drumuire cu busola sau cu orientări magnetice.

Pentru executarea drumuirilor se impun următoarele condiții:
— punctele sale să fie marcate în teren;
— numărul laturilor este de 18 în medie și numai în caz excepțional poate atinge 30-35;
— lungimea medie a unei laturi este de 80-120 m, dar poate varia între 30-400 m;
— lungimea drumuirii să nu treacă de 2 000 m în localități și de 3 000 m în afara localităților.

Pe teren se măsoară următoarele elemente ale drumuirii:
l — lungimea înclinată a fiecărei laturi a drumuirii;
α — unghiul de pantă al fiecărei laturi a drumuirii;
ω — unghiul orizontal între cele două laturi din fiecare stație a drumuirii.
În figura 292 se prezintă schematic aspectul unei drumuiri.

16.2.2.2 *Condițiile de executare a lucrărilor de teren*

Unghiurile orizontale se măsoară (după instalarea în punct și calarea aparatului) citind cu luneta în poziția cerc dreapta și cerc stînga sau făcînd două măsurări independente. Datele se înscriu în carnetul de teren și din măsurarea dublă a unghiului se ia media:

$$\omega = \frac{\omega' + \omega''}{2}.$$

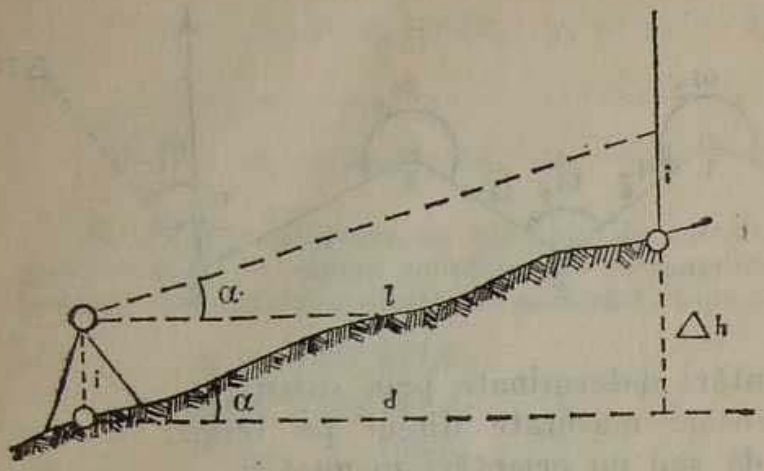
Închiderea pe orientarea laturii finale BD, luînd orientarea laturii inițiale AC și transmițînd-o cu ajutorul unghiurilor orizontale ω, măsurate în cadrul drumuirii cu un aparat de precizie 1′, nu trebuie să depășească valoarea:

$$\theta_n = \pm 1',5\sqrt{n},$$

în care n este numărul stațiilor din drumuire.

Unghiul de pantă al drumuirii se confundă cu unghiul de pantă al terenului, atunci cînd se vizează pe stadie sau pe jalon la înălțimea aparatului. Citind pe cercul vertical al aparatului valoarea unghiului α (fig. 293), se pot calcula:

FIG. 293



— reducerea la orizont a lungimii măsurate, cu formula:

$$d = l \cos \alpha;$$

— valoarea diferenței de nivel între două stații succesive, cu formula:

$$\Delta h = l \sin \alpha = d \operatorname{tg} \alpha;$$

— cota punctului, cu formula:

$$H_{i+1} = H_i + \Delta h,$$

unde $i = 1, 2 \ldots\ldots n$.

Semnul lui Δh este dat de semnul funcției trigonometrice.

Latura de drumuire, aleasă pe cît posibil în pantă uniformă, se măsoară cu panglica de oțel în sens dus — pentru care obținem lungimea l' — și în sens întors — pentru care obținem lungimea l''. Valoarea utilizată va rezulta din media acestora:

$$l = \frac{l' + l''}{2},$$

dacă $l' - l'' <$ toleranța admisă.

Toleranța pentru terenul favorabil, în condiții mijlocii, este:

$$T = 0{,}01 \sqrt{2{,}9l + 0{,}029l^2},$$

iar pentru terenuri nefavorabile:

$$T = \frac{1}{1\,000}$$

din lungimea drumuirii.

16.2.2.3 *Lucrările de calcule*

Prima operație de calcul este aceea a calculării orientărilor laturilor din drumuire. Ținînd seama de figura 292, se poate scrie că;

$$\operatorname{tg} \theta_{A-C} = \frac{Y_C - Y_A}{X_C - X_A};$$

(unde X și Y sînt coordonatele cunoscute ale punctelor ce formează latura de pornire pe care se sprijină drumuirea), iar

$$\theta_{A-1} = \theta_{A-C} + \omega_1;$$
$$\theta_{1-2} = \theta_{A-1} + 180° + \omega_2;$$
$$\theta_{2-3} = \theta_{1-2} + 180° + \omega_3;$$
$$\theta_{3-B} = \theta_{2-3} + 180° + \omega_4;$$
$$\theta_{B-D} = \theta_{3-B} + 180° + \omega_5.$$

Dacă suma rezultată din adunare depășește 360°, se scade din ea un cerc întreg.

Avînd calculate orientările θ ale laturilor în fiecare punct al drumuirii, se pot deduce creșterile coordonatelor ΔX și ΔY de la un punct la altul și apoi coordonatele punctelor respective.

Pentru oricare din puncte raționamentul este următorul (fig. 294):

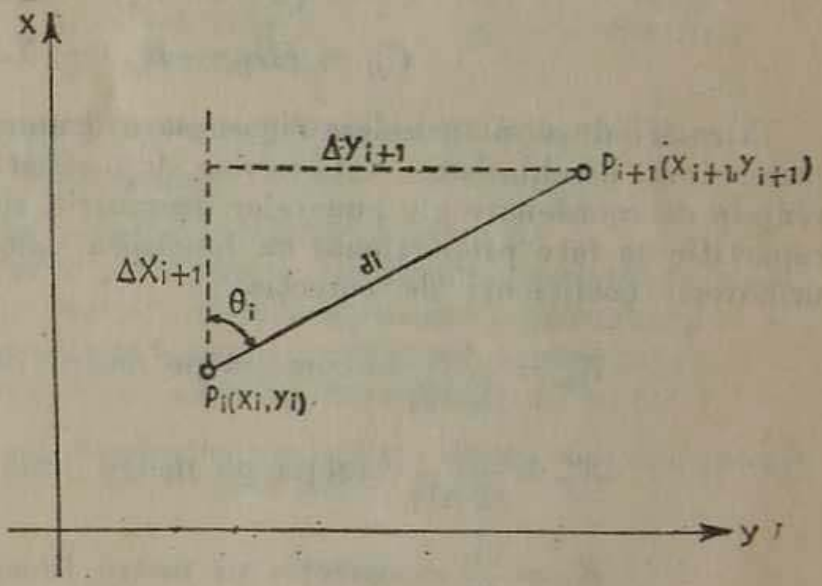


FIG. 294

În cazul creșterilor de coordonate:

$$\Delta X_{i+1} = d_i \cos \theta_i;$$
$$\Delta Y_{i+1} = d_i \sin \theta_i;$$

(unde $i = 1, 2....n$), iar în cazul coordonatelor:

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_{i+1};$$
$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_{i+1}.$$

În calcule se va ține cont de semnul funcției trigonometrice, ΔX și ΔY însumîndu-se cu valoarea lor algebrică.

O altă operație de calcul este aceea a compensării coordonatelor punctelor drumuirii, care constă în repartizarea neînchiderilor drumuirii (C_X,

C_Y și C_H), coordonatelor brute ale fiecărui punct, proporțional cu creșterile lor. Prin compensare se obțin coordonatele definitive ale fiecărui punct al drumuirii. Se pornește de la principiul că (fig. 292):

$$X_B - X_A = \Sigma \Delta X_i;$$
$$Y_B - Y_A = \Sigma \Delta Y_i.$$

Cu alte cuvinte, din punct de vedere matematic, pornind de la coordonatele punctului A (punctul inițial al drumuirii) și însumînd — cu semnele lor — diferențele de coordonate ale tuturor punctelor drumuirii, trebuie să se ajungă în final la coordonatele punctului B (punctul final al drumuirii). Deoarece în calcule au fost folosite elemente măsurate, care inevitabil sînt afectate de erori, nu se va ajunge la aceste coordonate în mod riguros, discordanțele poartă numele de neînchiderile drumuirii pe coordonatele de bază. Aceste neînchideri sînt date de relațiile:

$$C_X = (X_B - X_A) - \Sigma \Delta X_i;$$
$$C_Y = (Y_B - Y_A) - \Sigma \Delta Y_i;$$
$$C_H = (H_B - H_A) - \Sigma \Delta H_i.$$

Urmărindu-se o închidere riguroasă a drumuirii pe coordonatele de bază (care rămîn neschimbate), este nevoie de o repartiție a neînchiderilor la diferențele de coordonate ale punctelor drumuirii, sub formă de corecții. Această repartiție se face proporțional cu lungimea valorilor ΔX, ΔY și d, folosind următorii coeficienți de corecție:

$$K_x = \frac{C_x}{|\Sigma \Delta X|} = \text{corecția pe metru liniar pentru } \Delta X;$$

$$K_y = \frac{C_y}{|\Sigma \Delta Y|} \text{ corecția pe metru liniar pentru } \Delta Y;$$

$$K_h = \frac{C_H}{\Sigma d} = \text{corecția pe metru liniar pentru } \Delta H.$$

Calculul creșterilor de coordonate corectate se face cu ajutorul relațiilor:

$$\Delta X'_i = \Delta X_i + K_x \Delta X_i;$$
$$\Delta Y'_i = \Delta Y_i + K_y \Delta Y_i;$$
$$\Delta H'_i = \Delta H_i + K_h d_i.$$

Avînd în vedere aceste creșteri de coordonate corectate, relațiile cu care se obțin coordonatele definitive ale punctelor drumuirii vor fi:

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X'_{i+1};$$
$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y'_{i+1};$$
$$H_{i+1} = H_i + \Delta H'_{i+1}.$$

Exemplu de calculul unei drumuiri:

— Se dau coordonatele punctelor:

$$A\begin{cases} X = 5.544.380{,}6; \\ Y = 6.710.035{,}6; \\ H = 315{,}6; \end{cases} \qquad B\begin{cases} X = 5.544.093{,}9; \\ Y = 6.710.922{,}2; \\ H = 316{,}0. \end{cases}$$

— Se obțin din coordonate (așa cum s-a arătat la 13.2, cunoscînd și coordonatele punctelor C și D) orientările:

$$\theta_{C-A} = 44°47'24'' \text{ sau}$$
$$\theta_{A-C} = 44°47'24'' + 180° = 224°47'24'' \text{ și}$$
$$\theta_{B-D} = 137°07'54''.$$

— Se obțin din teren următoarele date (fig. 295):

$d_1 = 297{,}7$ m; $\omega_1 = 219°26'00''$; $\alpha_1 = -2°27',0$;
$d_2 = 183{,}1$ m; $\omega_2 = 246°48'30''$; $\alpha_2 = -1°43',2$;
$d_3 = 140{,}4$ m; $\omega_3 = 159°01'00''$; $\alpha_3 = 1°40',4$;
$d_4 = 399{,}2$ m; $\omega_4 = 149°32'00''$; $\alpha_4 = 2°04',0$;
$\omega_5 = 223°33'00''$;

distanțele d_1, d_2, d_3, d_4 au fost reduse la orizont după formula cunoscută.

Calculul orientărilor laturilor din drumuire:

$\theta_{A-1} = \theta_{A-C} + \omega_1 = (44°47'24''+180°) + 219°26'00'' = 84°13'24''$;
$\theta_{1-2} = \theta_{A-1} + 180° + \omega_2 = (84°13'24'' +180°) + 246°48'30'' = 151°01'54''$;
$\theta_{2-3} = \theta_{1-2} + 180° + \omega_3 = (151°01'54''+180°) + 159°01'00'' = 130°02'54''$;
$\theta_{3-B} = \theta_{2-3} + 180° + \omega_4 = (130°02'54''+180°) + 149°32'00'' = 99°34'54''$;
$\theta_{B-D} = \theta_{3-D} + 180° + \omega_5 = (93°34'54'' +180°) + 223°33'00'' = 137°07'54''$.

Se observă că, dacă prin însumarea unghiurilor s-a depășit valoarea unui cerc întreg, rezultatul s-a obținut scăzîndu-se din suma respectivă 360°.

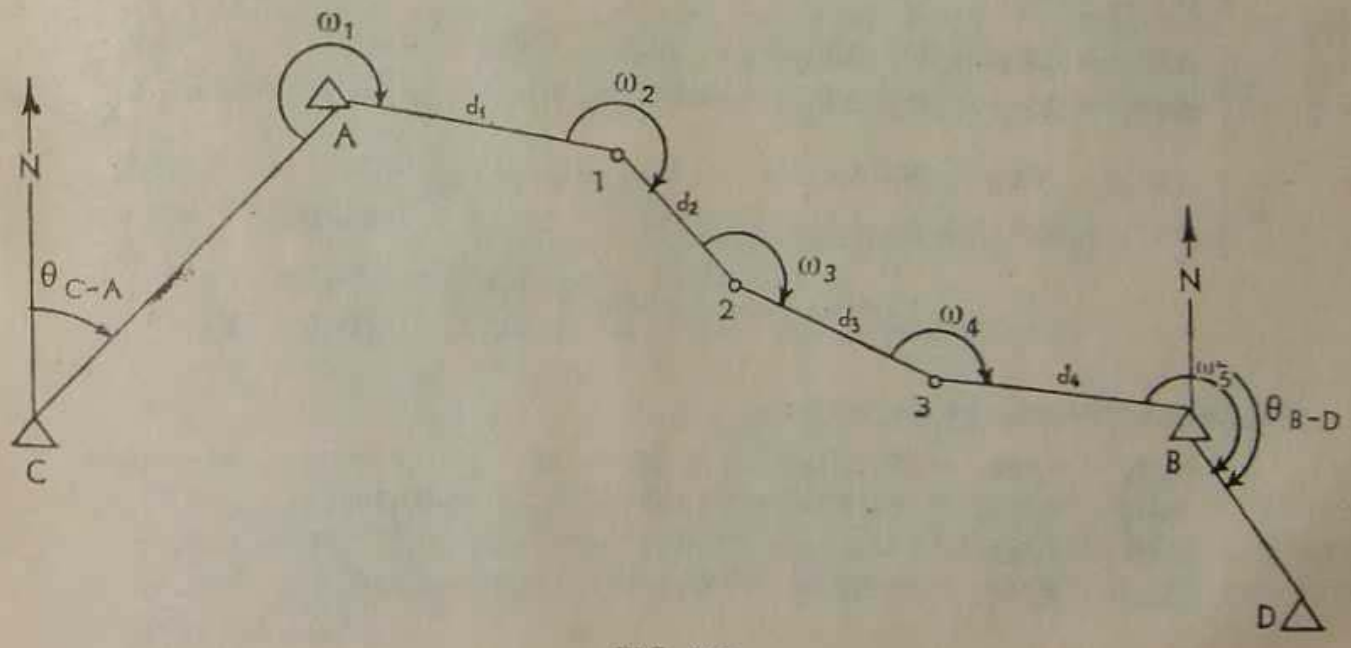


FIG. 295

Calculul coordonatelor punctelor de drumuire:

$$1\begin{cases}\Delta X_1 = d_1\cos\theta_{A-1} = d_1\cos 84^\circ\ 13'24'' = 297{,}7\ (+0{,}10064) = +\ 30{,}0;\\ \Delta Y_1 = d_1\sin\theta_{A-1} = d_1\sin 84^\circ\ 13'24'' = 297{,}7\ (+0{,}99492) = +296{,}2;\end{cases}$$

$$2\begin{cases}\Delta X_2 = d_2\cos\theta_{1-2} = d_2\cos 151^\circ01'54'' = 183{,}1\ (-0{,}87488) = -160{,}2;\\ \Delta Y_2 = d_2\sin\theta_{1-2} = d_2\sin 151^\circ01'54'' = 183{,}1\ (+0{,}48433) = +\ 88{,}7;\end{cases}$$

$$3\begin{cases}\Delta X_3 = d_3\cos\theta_{2-3} = d_3\cos 130^\circ02'54'' = 140{,}4\ (-0{,}64343) = -\ 90{,}3;\\ \Delta Y_3 = d_3\sin\theta_{2-3} = d_3\sin 130^\circ02'54'' = 140{,}4\ (+0{,}76550) = +107{,}5;\end{cases}$$

$$B\begin{cases}\Delta X_B = d_4\cos\theta_{3-B} = d_4\cos 99^\circ34'54'' = 399{,}2\ (-0{,}16644) = -\ 66{,}4;\\ \Delta Y_B = d_4\sin\theta_{3-B} = d_4\sin 99^\circ34'54'' = 399{,}2\ (+0{,}98605) = +393{,}6.\end{cases}$$

În aceste calcule am avut în vedere atît reducerea la primul cadran, cît și semnele funcțiilor trigonometrice care dau semnele creșterilor coordonatelor.

Compensarea coordonatelor rectangulare:

$$X_B - X_A = \Sigma\Delta X_i; \qquad X_B - X_A = -286{,}7 \quad K_x = \frac{0{,}2}{287} = 0{,}0007.$$

$$\Sigma\,\Delta X = -286{,}9$$

$$C_x = +\ 0{,}2;$$

$$Y_B - Y_A = \Sigma\Delta Y_i; \qquad Y_B - Y_A = +886{,}6 \quad K_y = \frac{0{,}6}{887} = 0{,}0007.$$

$$\Sigma\Delta Y = +886{,}0$$

$$C_y = +\ 0{,}6;$$

Calculul creșterilor de coordonate corectate:

$$1\begin{cases}\Delta X'_1 = \Delta X_1 + K_x\ \Delta X_1 = +\ 30{,}0 + (30{,}0 \times 0{,}0007) = +\ 30{,}0;\\ \Delta Y'_1 = \Delta Y_1 + K_y\ \Delta Y_1 = +296{,}2 + (296{,}2 \times 0{,}0007) = +296{,}4;\end{cases}$$

$$2\begin{cases}\Delta X'_2 = \Delta X_2 + K_x\ \Delta X_2 = -160{,}2 + (160{,}2 \times 0{,}0007) = -160{,}1;\\ \Delta Y'_2 = \Delta Y_2 + K_y\ \Delta Y_2 = +\ 88{,}7 + (88{,}7 \times 0{,}0007) = +\ 88{,}7;\end{cases}$$

$$3\begin{cases}\Delta X'_3 = \Delta X_3 + K_x\ \Delta X_3 = -\ 90{,}3 - (90{,}3 \times 0{,}0007) = -\ 90{,}2;\\ \Delta Y'_3 = \Delta Y_3 + K_y\ \Delta Y_3 = +107{,}5 + (107{,}5 \times 0{,}0007) = +107{,}6;\end{cases}$$

$$B\begin{cases}\Delta X'_B = \Delta X_B + K_x\ \Delta X_B = -\ 66{,}4 + (66{,}4 \times 0{,}0007) = -\ 66{,}4;\\ \Delta Y'_B = \Delta Y_B + K_y\ \Delta Y_B = +393{,}6 + (393{,}6 \times 0{,}0007) = +393{,}9;\end{cases}$$

Verificarea calculelor $\begin{cases}\Sigma\Delta X'_i = 286{,}7 = X_B - X_A;\\ \Sigma\Delta Y'_i = 886{,}6 = Y_B - Y_A.\end{cases}$

Calculul diferențelor de nivel:

$$\Delta H_1 = d_1\mathrm{tg}\alpha_1 = 297{,}7\ \mathrm{tg}\ (-2^\circ27',8) = 297{,}7\ (-0{,}04300) = -12{,}8;$$
$$\Delta H_2 = d_2\mathrm{tg}\alpha_2 = 183{,}1\ \mathrm{tg}\ (-1^\circ43',2) = 183{,}1\ (-0{,}02999) = -\ 5{,}5;$$
$$\Delta H_3 = d_3\mathrm{tg}\alpha_3 = 140{,}4\ \mathrm{tg}\ \ (1^\circ40',4) = 140{,}4\ (+0{,}02920) = +\ 4{,}1;$$
$$\Delta H_B = d_4\mathrm{tg}\alpha_4 = 399{,}2\ \mathrm{tg}\ \ (2^\circ04',0) = 399{,}2\ (+0{,}03608) = +14{,}4;$$

$$\Sigma\Delta H = +\ 0{,}2.$$

Se au în vedere semnele funcției trigonometrice, de aici rezultînd semnele diferențelor de nivel.

Calculul diferențelor de nivel corectate (după aceeași regulă ca la coordonate):

$$H_B - H_A = +0{,}4;$$

$$\frac{\Sigma\Delta H = +0{,}2}{C_H = +0{,}2};\quad K_h = \frac{C_H}{\Sigma d} = \frac{0{,}2}{1020} = 0{,}0002.$$

$$\Delta H'_1 = \Delta H_1 + K_h\, d_1 = -12{,}8 + (0{,}0002 \times 297{,}7) = -12{,}7;$$
$$\Delta H'_2 = \Delta H_2 + K_h\, d_2 = -5{,}5 + (0{,}0002 \times 183{,}1) = -5{,}5;$$
$$\Delta H'_3 = \Delta H_3 + K_h\, d_3 = +4{,}1 + (0{,}0002 \times 140{,}4) = +4{,}1;$$
$$\Delta H'_B = \Delta H_B + K_h\, d_4 = +14{,}4 + (0{,}0002 \times 399{,}2) = +14{,}5;$$
$$\Sigma\Delta H = +0{,}4 = H_B - H_A.$$

Calculul coordonatelor definitive:

1
$$\begin{cases} X_1 = X_A + \Delta X'_1 = 5.544.380{,}6 + 30{,}0 = 5.544.410{,}6; \\ Y_1 = Y_A + \Delta Y'_1 = 6.710.035{,}6 + 296{,}4 = 6.710.332{,}0; \\ H_1 = H_A + \Delta H'_1 = 315{,}6 - 12{,}7 = 302{,}9. \end{cases}$$

2
$$\begin{cases} X_2 = X_1 + \Delta X'_2 = 5.544.410{,}6 - 160{,}1 = 5.544.250{,}5; \\ Y_2 = Y_1 + \Delta Y'_2 = 6.710{,}332{,}0 + 88{,}7 = 6.710.420{,}7; \\ H_2 = H_1 + \Delta H'_2 = 302{,}9 - 5{,}5 = 297{,}4. \end{cases}$$

3
$$\begin{cases} X_3 = X_2 + \Delta X'_3 = 5.544.250{,}5 - 90{,}2 = 5.544.160{,}3; \\ Y_3 = Y_2 + \Delta Y'_3 = 6.710.420{,}7 + 107{,}6 = 6.710.528{,}3; \\ H_3 = H_2 + \Delta H'_3 = 297{,}4 + 4{,}1 = 301{,}5. \end{cases}$$

16.2.3 Metoda intersecției

16.2.3.1 *Intersecția directă*

Este una din metodele aplicate pe scară largă la îndesirea rețelei geodezice de stat și care, împreună cu metoda intersecției inverse și a drumuirii, asigură realizarea densității de puncte geodezice, necesare artileriei și unităților de rachete.

În figura 296 sînt cunoscute:

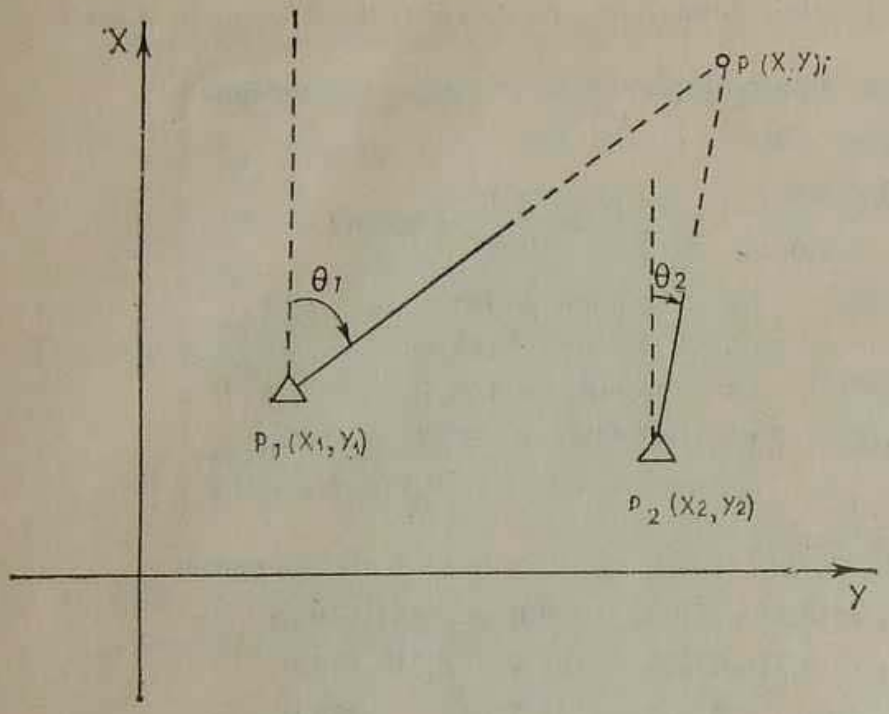
x_1, y_1 — coordonatele rectangulare ale punctului P_1;
θ_1 — orientarea laturii P_1-P;

x_2, y_2 — coordonatele rectangulare ale punctului P_2;
θ_2 — orientarea laturii P_2-P.

Se cer a fi determinate coordonatele rectangulare ale punctului P, adică x și y.

Principiul metodei constă în rezolvarea sistemului celor două ecuații liniare ale dreptelor care trec prin P_1 și P_2, avînd drept coeficienți unghiulari pe θ_1 și θ_2, din care rezultă formulele cu care se calculează coordonatele x și y ale punctului P.

FIG. 296



Formulele cu tangenta orientării sînt:

$$x = \frac{y_2 - y_1 + x_1 \operatorname{tg} \theta_1 - x_2 \operatorname{tg} \theta_2}{\operatorname{tg} \theta_1 - \operatorname{tg} \theta_2};$$

$$y = y_1 + (x_p - x_1) \operatorname{tg} \theta_1 = y_2 + (x_p - x_2) \operatorname{tg} \theta_2.$$

Formulele cu cotangenta orientării sînt:

$$y = \frac{x_2 - x_1 + y_1 \operatorname{ctg} \theta_1 - y_2 \operatorname{ctg} \theta_2}{\operatorname{ctg} \theta_1 - \operatorname{ctg} \theta_2};$$

$$x = x_1 + (y_p - y_1) \operatorname{ctg} \theta_1 = x_2 + (y_p - y_2) \operatorname{ctg} \theta_2.$$

Punctele cu coordonatele cunoscute sînt chiar punctele geodezice, iar orientările dreptelor ce vor determina punctul de intersecție se obțin astfel:

— se staționează cu aparatul în punctele geodezice, din care urmează a se face intersectarea punctului nou;

— din acestea se vizează un punct de coordonate cunoscute (pentru a se putea calcula orientarea unei laturi de plecare) și apoi se vizează punctele noi (a căror orientare se va deduce după prima direcție orientată).

Pentru buna determinare a punctului este necesar ca cele două drepte să se intersecteze sub un unghi mai mare de 30°. Intersectarea punctului nou se face din cel puțin două perechi de puncte cunoscute, pentru controlul determinărilor.

Calculul se poate face la mașină după formule. Înmulțirile și împărțirile cuprinse în formule se pot calcula separat și cu logaritmi.

Calculul se poate efectua după un formular, așa cum se vede în exemplul de mai jos. Pe liniile orizontale 1 și 3 se trec datele cunoscute, iar pe linia 2 se trec datele realizate din calcul.

DENUMIREA PUNCTULUI	X	tg sau ctg	Y	ORIENTAREA		
				g	c	cc
P_1 — Dealul Mare	53.608,05	+1,353252	16.526,16	240	51	44
P — Punct intersectat	52.422,43	ctg	15.650,03	—	—	—
P_2 — Cetățuia	54.663,22	+0,334536	22.348,22	279	44	78

16.2.3.2 *Intersecția inversă*

Această metodă, spre deosebire de prima, presupune staționarea în punctul de coordonate necunoscute și vizarea a trei puncte cunoscute. Metoda e convenabilă, mai ales cînd punctele de coordonate cunoscute nu sînt staționabile (turle de biserici, coșuri de fabrică, semnale în copac etc.). În literatura de specialitate metoda a căpătat mai multe soluții de rezolvare. În cele ce urmează, vom arăta numai una din soluții.

În figura 297 s-au notat:

$x_1, y_1; x_2, y_2; x_3, y_3$ — coordonatele rectangulare ale punctelor cunoscute P_1, P_2, P_3;

α, β — unghiurile ce se măsoară în teren, cu ocazia staționării în punctul P;

$\theta_1, \theta_2, \theta_3$ — orientările din punctele P_1, P_2 și P_3, ce urmează a se determina cu formulele de mai jos;

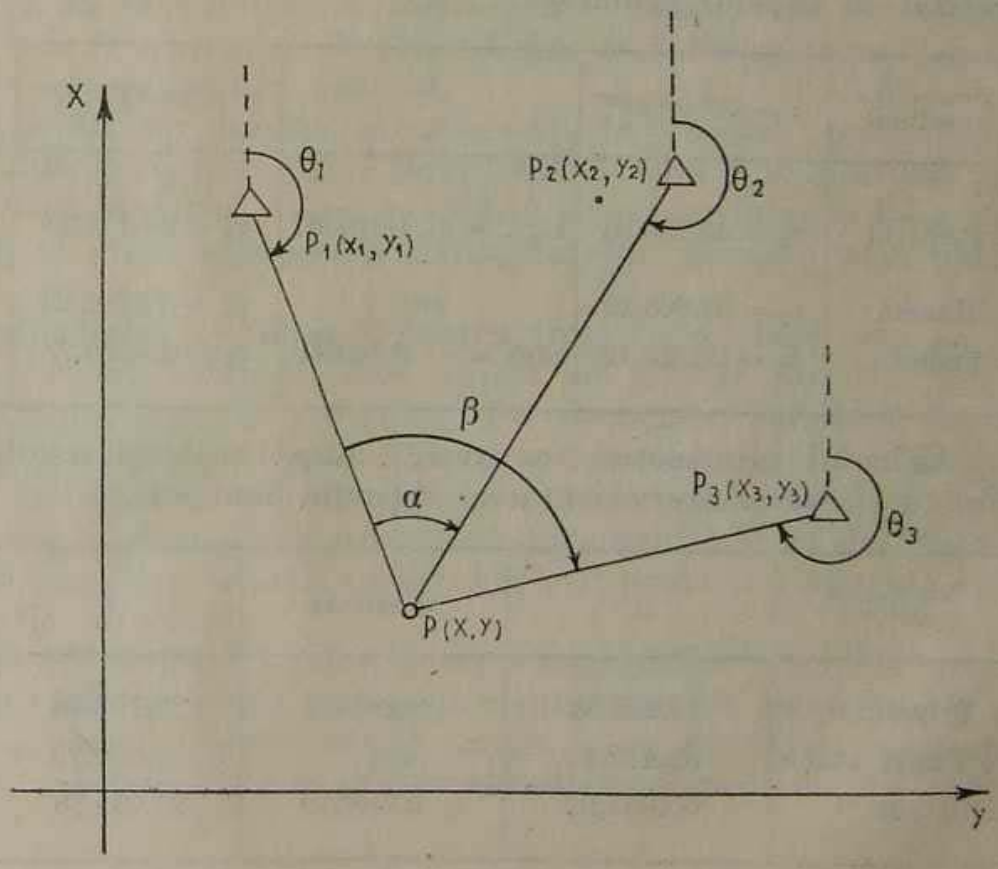


FIG. 297

x, y — coordonatele punctului P ce urmează să se determine prin aplicarea metodei intersecției inverse.

Se calculează mai întîi orientarea primei direcții, prin folosirea coordonatelor celor trei puncte cunoscute și a unghiurilor α și β. Formula de calculul orientării este următoarea:

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{(y_2 - y_1)\operatorname{ctg}\alpha + (y_1 - y_3)\operatorname{ctg}\beta - x_2 + x_3}{(x_2 - x_1)\operatorname{ctg}\alpha + (x_1 - x_3)\operatorname{ctg}\beta + y_2 - y_3}.$$

În cazul cînd valorile cotangentelor sînt prea mari, se folosesc valorile tangentelor unghiurilor α și β (înlocuind $\operatorname{ctg} = \frac{1}{\operatorname{tg}}$) și se obține:

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{(y_2 - y_1)\operatorname{tg}\beta + (y_1 - y_3)\operatorname{tg}\alpha + (x_3 - x_2)\operatorname{tg}\alpha\operatorname{tg}\beta}{(x_2 - x_1)\operatorname{tg}\beta + (x_1 - x_3)\operatorname{tg}\alpha + (y_3 - y_2)\operatorname{tg}\alpha\operatorname{tg}\beta}.$$

Este evident că, dacă dorim să obținem cotangenta orientării, formulele se răstoarnă, numărătorul devine numitor și numitorul devine numărător.

Valoarea lui θ, dedusă cu una din aceste formule, reprezintă orientarea laturii θ_{1-p}; de aici:

$$\theta_{2-p} = \theta_{1-p} + \alpha;$$
$$\theta_{3-p} = \theta_{1-p} + \beta.$$

Se dă mai jos un exemplu de calculul coordonatelor unui punct prin intersecția inversă.

Calculul orientării se face conform uneia din formule, cu mașina de calcul. În lipsă, înmulțirile și împărțirile se pot calcula separat cu logaritmi. În exemplul considerat s-a folosit formula cotangentelor, iar calculele s-au centralizat în tabelul următor:

Denumirea punctului	$\alpha = 49^g 48^c 66^{cc}$		$\beta = 374^g 29^c 50^{cc}$	
2. Priporul	$x_2 = 49.235{,}51$	$\operatorname{ctg}\alpha = +1{,}016267$	$y_2 = 22.172{,}18$	$\operatorname{ctg}\theta = \frac{+5.036{,}0477}{+15.055{,}3840}$
1. Runcul	$x_1 = 54.663{,}22$	ctg	$y_1 = 22.348{,}22$	$\operatorname{ctg}\theta = +0{,}334501$
3. Cerbul	$x_3 = 60.053{,}02$	$\operatorname{ctg}\beta = -2{,}340560$	$y_3 = 24.235{,}28$	$\theta_{1-2} = 79^g 44^c 98^{cc}$

Calculul intersecției se execută după aceleași reguli ca la intersecția directă, folosindu-se orientarea obținută mai sus.

Denumirea punctului	X	tg sau ctg	Y	Orientarea		
				g	c	cc
2. Priporul	49.235,51	— 0,488657	22.172,18	128	93	64
P. Punct stație	52.422,24	ctg	15.650,73	—	—	—
1. Cerbul	60.053,02	+ 0,888779	24.235,28	53	74	48

Pentru controlul determinării orientării și a coordonatelor acestea se vor deduce din cel puțin două perechi de puncte cunoscute (pentru comparație se poate vedea cazul rezolvat la intersecția directă). Drept coordonate definitive ale punctului nou se ia media coordonatelor rezultate din perechile cu care s-au calculat.

Am prezentat pînă aici unele metode analitice de ridicare topografică, cu ajutorul cărora se obțin coordonatele punctelor din teren. Aceste coordonate pot fi folosite pentru unele nevoi militare sub forma lor cifrică, sau se raportează pe planșeta topografică poziția punctelor respective, de la care se pleacă în ridicarea detaliilor, pentru întocmirea hărților sau a planurilor topografice ale terenului.

Avînd la bază principii similare, determinarea pe planșeta topografică a poziției unor puncte, ce se folosesc la ridicarea detaliilor, se face și pe cale grafică, tot prin metodele enunțate mai înainte. Folosindu-se instrumente adecvate, această cale asigură poziției punctelor o precizie corespunzătoare scopului pentru care sînt folosite, dar inferioare ca precizie acelora ce se determină prin metode analitice. Metodele grafice de determinare a poziției punctelor vor fi tratate în continuare. Executate cu ajutorul instrumentelor simple, aceste metode se folosesc — împreună cu altele — și în cazul ridicărilor expeditive, la care ne vom referi în continuare.

16.3 Ridicări topografice expeditive prin metode grafice

16.3.1 Considerații generale

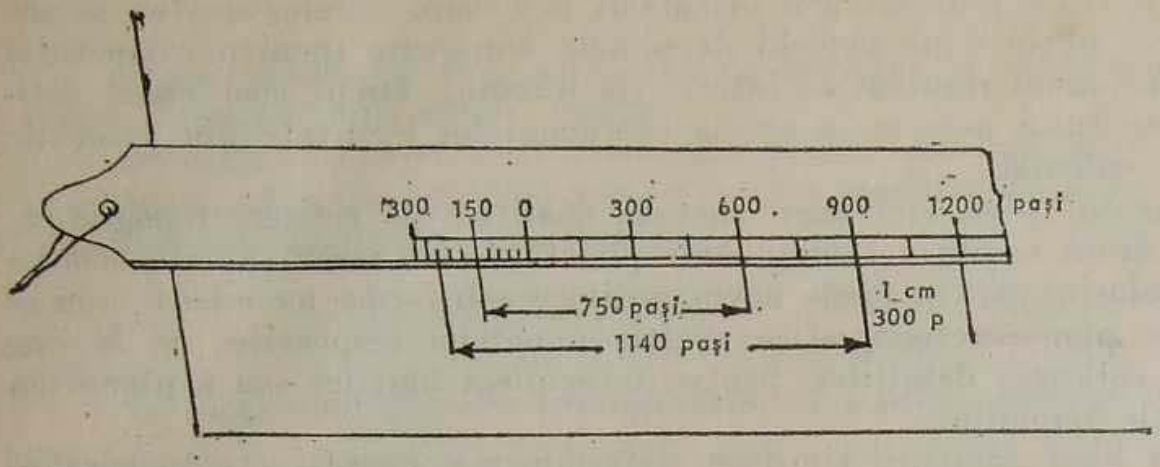
Ridicările topografice expeditive sînt impuse adesea de necesitățile militare. Pentru executarea lor este nevoie de instrumente simple, care nu sînt greu de transportat; uneori pentru asemenea ridicări se folosesc numai creionul, liniuța de vizare și un carnet adecvat.

La executarea acestor lucrări se urmăresc, în special, operativitatea, claritatea desenului și expresivitatea reprezentării, fără a se pretinde asigurarea unei precizii superioare. Avînd în vedere aceste cerințe, la baza executării lor trebuie să stea deprinderile executantului, formate prin exerciții permanente.

Ridicările expeditive se folosesc pentru trecerea pe hărți sau pe fotograme a unor detalii ale terenului care lipsesc sau a unor obiective militare descoperite pe timpul ducerii acțiunilor. De asemenea, ridicările topografice expeditive se execută și cu scopul de a se întocmi schițe sau crochiuri, pe care se materializează detalii ale terenului, rezultate ale recunoașterilor, crochiuri de reperaj și alte documente necesare organizării și ducerii acțiunilor militare; în asemenea situații suportul folosit poate fi o planșetă simplă sau chiar o hîrtie adecvată.

Procedeele de determinare a distanțelor, a unghiurilor și a altor elemente necesare ridicării expeditive sînt arătate la capitolul 3. De asemenea, la capitolele 4 și 11 s-au descris instrumentele simple ce se pot folosi la asemenea ridicări. În afara acestora, la executatea ridicărilor expeditive își găsesc o

FIG. 298



largă întrebuințare încă două instrumente simple, și anume: *scara pentru pași* și *scara pentru timp*.

Cînd se face o ridicare expeditivă pe jos, distanțele în teren se măsoară cu pasul, care în prealabil a fost etalonat. Pentru a ușura raportarea acestor distanțe pe hîrtie se construiește scara pentru pașii celui care face ridicarea.

Să presupunem că trebuie să se construiască scara pentru pași, în vederea unei ridicări la scara 1:25 000 (în acest caz 1 cm pe plan este egal cu 250 m pe teren). Procedînd așa cum s-a descris la 3.2.1, persoana care face ridicarea a determinat că 100 m pe teren reprezintă 120 de pași; în consecință, scara pașilor săi va fi de 120 de pași pentru 4 mm pe hartă. Pe această bază stabilește că va avea 1 mm pentru 30 de pași, 2 mm pentru 60 de pași, 3 mm pentru 90 de pași, 5 mm pentru 150 de pași, 1 cm pentru 300 de pași.

Scara pentru pași — care poate fi folosită numai de către persoana în cauză — se construiește de-a lungul marginii unei benzi de carton (fig. 298) și se folosește pentru măsurări ca și o riglă gradată obișnuită. Pe o altă bandă de carton sau pe marginea liberă a aceleiași benzi se construiește o scară metrică, ce poate înlocui compasul distanțier pentru raportarea distanțelor. Această scară metrică se numerotează în diviziuni ale scării la care se lucrează; de exemplu, pentru scara 1:25 000, fiecare centimetru se numerotează din 250 m în 250 m. În timpul lucrului operatorul trebuie să fie atent, spre a nu confunda cele două scări.

Dacă ridicarea expeditivă se face cu mijloace de deplasare, distanțele în teren se mai pot măsura după durata parcursului, iar pe plan ele se raportează cu ajutorul scării pentru timp.

Pentru construirea acestei scări trebuie să se cunoască timpul necesar parcurgerii distanței respective și scara la care se face ridicarea. Presupunem că această scară este de 1:50 000. Calul parcurge la trap 1 km în 6 minute, ceea ce înseamnă că 500 m se parcurg în 3 minute; deci scara pentru timp va fi de 3 minute într-un centimetru sau rotunjit 3 cm în 10 minute.

Scara pentru timp (fig. 299) se construiește în același fel ca și scara pentru pași.

Dacă ridicarea se face folosind ca mijloc de deplasare mașina, motocicleta sau bicicleta, distanțele se măsoară după kilometraj sau după numărul de învîrtituri ale unei roți, la care se adaptează un dispozitiv în acest scop. Aceste distanțe, obținîndu-se în unități metrice, se raportează la scara ridicării.

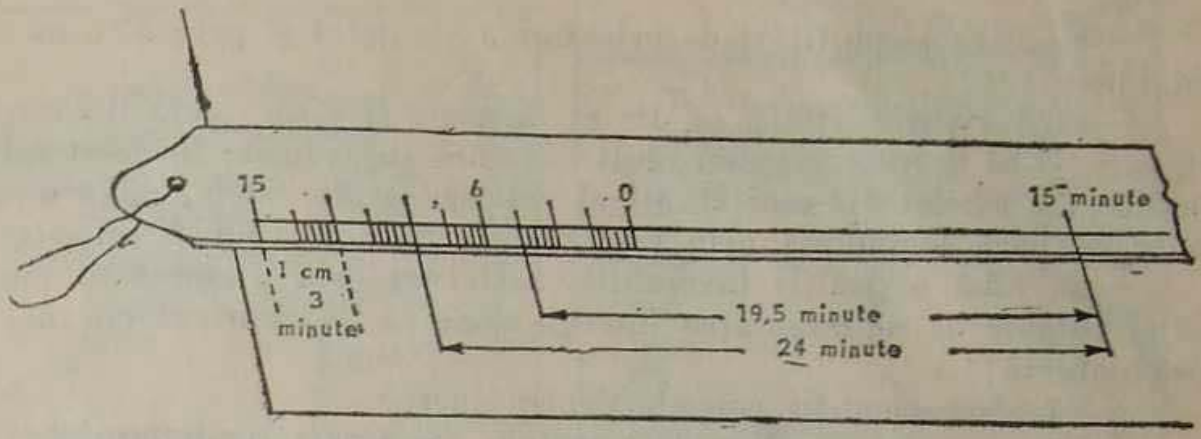


FIG. 299

16.3.2 Conținutul ridicării topografice expeditive

Fiecare detaliu de pe teren este conturat prin linii poligonale drepte și curbe. Se înțelege că pentru a contura pe hîrtie un asemenea detaliu trebuie să se marcheze mai întîi punctele sale caracteristice.

Avînd marcate aceste puncte, ele se unesc prin linii asemănătoare cu cele din teren, obținîndu-se astfel poziția detaliului în planul de reprezentare. Dacă un detaliu oarecare din teren este format din linii drepte (o șosea, un dig, o cale ferată etc.), este suficient să se determine și să se fixeze pe plan poziția punctelor sale de frîntură și prin unirea acestor puncte cu linii drepte se obține traseul detaliului respectiv.

Indiferent de forma unui detaliu, el poate fi reprezentat numai după ce s-au stabilit o serie de puncte de pe conturul său, care să permită operatorului trasarea acestui contur cu cît mai puține devieri de la forma reală. Acest lucru trebuie deci făcut cu multă îndemînare și operația depinde mult de experiența executantului. De asemenea, precizia de reprezentare depinde de metoda aleasă pentru determinarea acestor puncte. Trebuie avut în vedere faptul că un număr exagerat de puncte și o metodă neadecvată consumă timp în detrimentul operativității. Dar acest lucru nu trebuie înțeles ca o ușurare pur și simplu, ci ca o acțiune judicioasă în alegerea punctelor și a metodelor, pentru ca, cu un efort minim, să realizăm tot ce se poate calitativ. Acest lucru cere executantului un antrenament permanent.

Se înțeleg prin detalii, în sensul celor enunțate mai sus, nu numai elementele de planimetrie ale terenului, ci și formele sale de relief. În ridicările expeditive este indicat să se înceapă chiar cu determinarea detaliilor caracteristice ale reliefului, în acest fel obținînd cadrul general al terenului, pe care se va broda întreaga ridicare. Densitatea detaliilor ce se reprezintă este în funcție de scopul pentru care se face ridicarea și de utilitatea unuia sau altuia din detalii pentru atingerea acestui scop.

16.3.3 Raportarea pe planșetă a punctului inițial și a direcțiilor

Ridicarea expeditivă începe dintr-un punct caracteristic al zonei de reprezentat, care trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— să ofere posibilități de orientare a planșetei și prin alte metode decît cu busola;

— să dea posibilitatea ca din el să poată fi vizate detalii caracteristice, cu care să se acopere cît mai mult din zona de ridicat; în acest fel se poate realiza un schelet cît mai stabil al ridicărilor ulterioare, majoritatea punctelor de bază legîndu-se prin vize directe cu acest punct inițial;

— să aibă o poziție favorabilă, astfel ca prin plasarea sa pe planșetă să se asigure ca reprezentarea întregii zone să fie cuprinsă cît mai simetric pe planșetă;

— să ofere condiții comode pentru lucru.

Trebuie avut în vedere că punctele următoare se determină în funcție de acesta și pentru a le putea raporta pe planșetă trebuie trasate mai întîi direcțiile spre ele, adică liniile pe care se găsesc aceste puncte. Operația trebuie făcută cu multă atenție, de corectitudinea ei depinzînd corectitudinea ridicării în ansamblu.

Legarea punctelor între ele se face prin vize, care marchează direcția pe care se găsesc punctele respective și prin distanța dintre ele, care se măsoară pe teren și se reduce la scara reprezentării. Pe parcursul ridicării se folosesc două feluri de vizări:

Vizarea înainte pentru trasarea unei direcții se consideră aceea în care, avînd raportat pe planșetă punctul de stație, se fixează instrumentul de vizare cu un capăt pe acest punct și se îndreaptă cel de-al doilea capăt al instrumentului spre punctul din teren, care marchează direcția vizei dorite. Pentru a avea pe planșetă viza respectivă, orientată față de restul detaliilor, trebuie să se execute mai întîi orientarea planșetei. În ridicările expeditive orientarea se execută, de obicei, cu ajutorul busolei; în anumite situații orientarea se poate face și pe puncte sau pe direcții cunoscute, așa cum se arată la 8.1.

Cel mai simplu instrument de vizare, folosit în ridicările expeditive, este liniuța de vizare. Vizarea cu ajutorul acesteia se execută astfel (fig. 300):

— se orizontalizează planșeta la o înălțime convenabilă (dacă nu este pe suport, ea se ține la înălțimea pieptului);

— se orientează apoi planșeta cu ajutorul busolei sau prin alt procedeu cunoscut;

— se așază linia de credință a liniuței de vizare (sau a instrumentului folosit) pe punctul de stație raportat pe planșetă;

— se îndreaptă linia de credință spre punctul din teren care marchează direcția dorită și se vizează de-a lungul ei pînă la punctarea exactă pe acest punct;

— se controlează dacă s-a menținut orientarea planșetei și punctarea pe punctul de stație și cel din teren și se trasează de-a lungul liniei de credință direcția de determinat.

Vizarea se mai poate executa și cu ajutorul unui creion, astfel (fig. 301):

— se orientează planșeta și se ridică la înălțimea bărbiei în așa fel, încît să se poată observa acul magnetic al busolei;

— se fixează creionul în poziție verticală pe punctul de stație și se orientează privirea, astfel ca poziția creionului să fie pe direcția detaliului din teren;

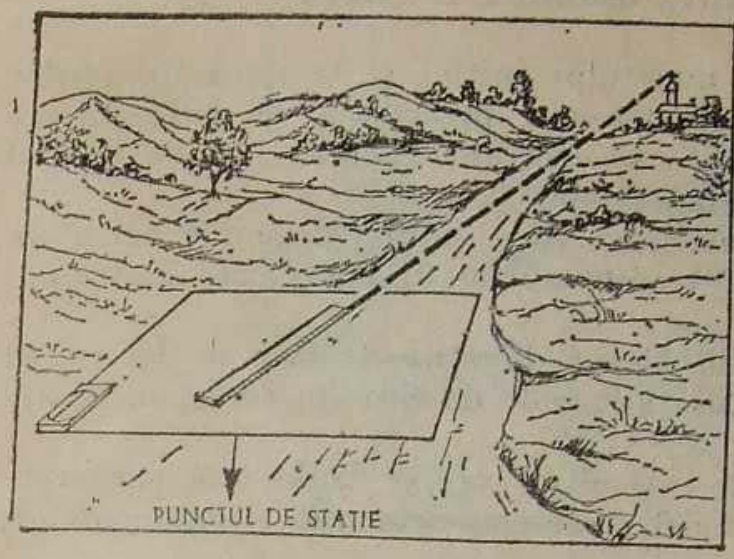


FIG. 300

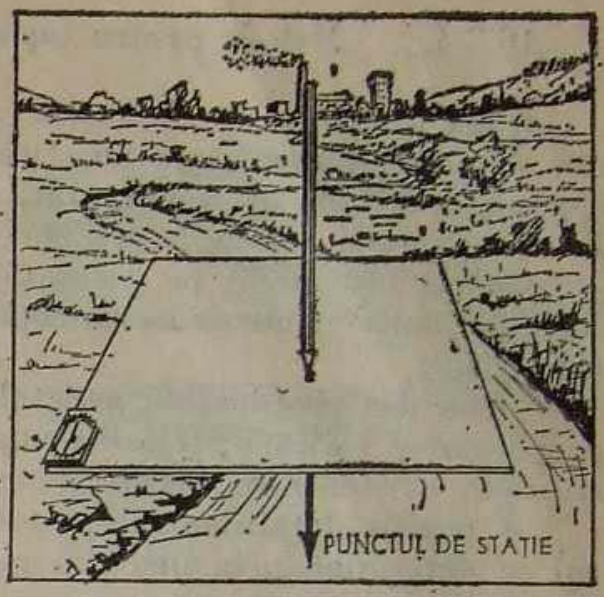


FIG. 301

— menținînd această poziție și planșeta orientată, se mișcă creionul spre detaliul din teren, vîrful său rămînînd pe planșetă; urma obținută este direcția spre detaliul vizat.

Trebuie acordată atenție menținerii orientării planșetei și păstrării poziției creionului pe direcția detaliului, pe timpul trasării.

Vizarea înapoi (fig. 302) se consideră aceea în care detaliul din teren este raportat pe planșetă, iar viza se trasează de la acest detaliu spre punctul de stație. Se înțelege că în acest caz liniuța de vizare sau creionul se așază în punctul vizat și direcția se trasează dinspre acesta spre punctul de stație. Și în acest caz planșeta trebuie să fie mereu orientată. Modul de lucru este asemănător cu cel de la vizarea directă.

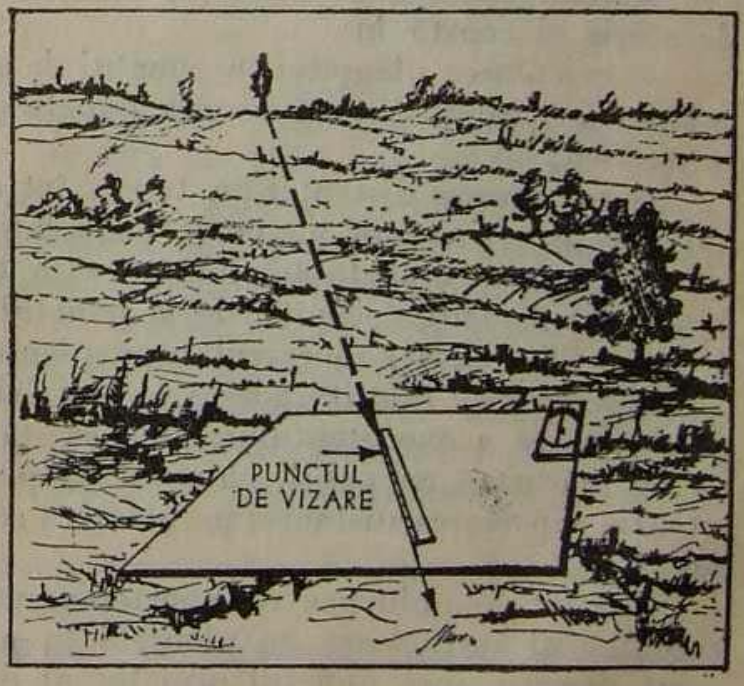


FIG. 302

16.3.4 Metode pentru raportarea detaliilor din teren

După stabilirea pe planșetă a punctului inițial și trasarea direcțiilor spre celelalte puncte caracteristice din teren se procedează la determinarea poziției detaliilor de reprezentat, adică se execută ridicarea lor. Pe timpul acestei operații se au în vedere următoarele:

— scheletul creat pe planșetă asigură ansamblului ridicării o orientare corectă, motiv pentru care direcțiile trasate nu pot fi modificate în timpul ridicării;

— poziția pe planșetă a detaliilor de pe direcțiile trasate se determină pe parcursul ridicării, folosind una din metodele de ridicare corespunzătoare situației existente în fiecare punct;

— poziția detaliilor apropiate de traseul pe care se deplasează executantul se determină prin una din metodele: radiere, drumuire, aliniamentelor, perpendicularelor etc.;

— poziția detaliilor mai depărtate de traseul de deplasare al executantului se determină prin una din metodele: drumuire, intersecție, tur de orizont etc.

Această grupare a metodelor de ridicare trebuie considerată ca o indicație orientativă, dar nu ca o regulă. Pe timpul ridicării se folosesc toate metodele enunțate, în funcție de situația existentă în teren și de datele la îndemînă. Alegerea uneia din metode, la un moment dat, este atributul executantului și el trebuie să folosească pe cea mai convenabilă, pentru fiecare caz în parte. La alegerea metodei trebuie să se aibă în vedere precizia ce trebuie asigurată ridicării, scopul pentru care se execută și operativitatea obținerii ei, fără să afecteze cerințele calitative.

16.3.4.1 *Metoda radierii*

Metoda radierii se folosește la ridicarea detaliilor apropiate de locul de stație și constă în:

— orientarea planșetei în punctul de stație — care este raportat pe planșetă — și vizarea directă asupre punctului din teren, cu trasarea direcției respective;

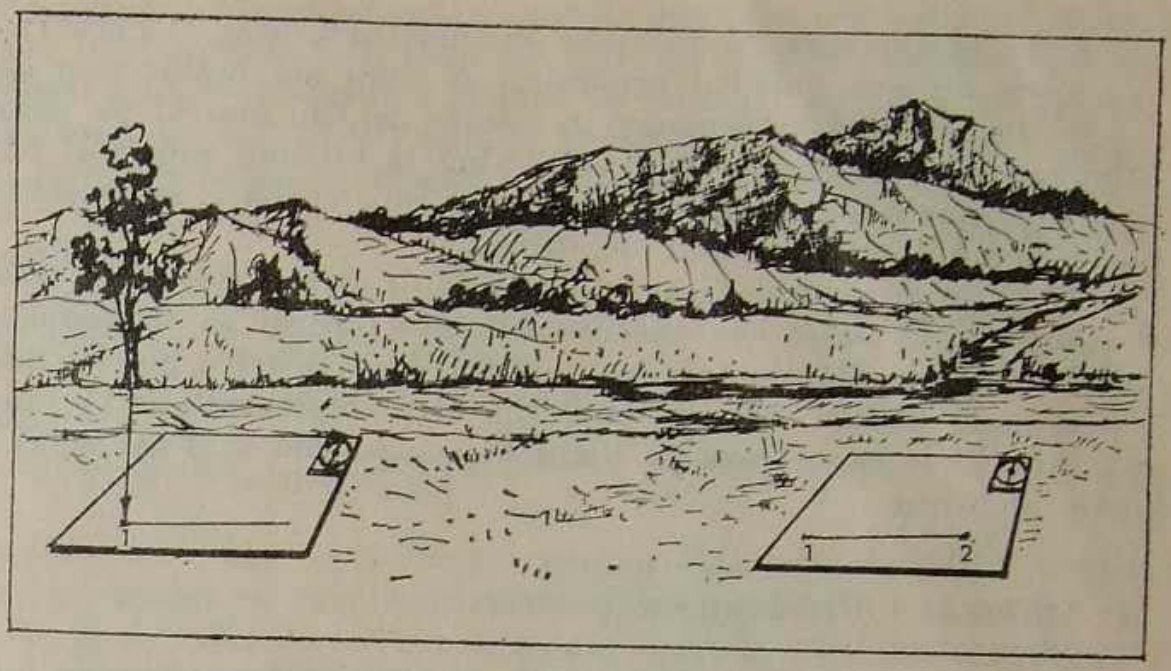
— măsurarea distanței în teren, între punctul de stație și punctul de ridicat, prin una din metodele cunoscute;

— raportarea distanței măsurate în teren pe planșetă (distanța redusă la scara ridicării), începînd de la punctul de stație, și obținerea în acest fel a punctului radiat, reprezentat pe planșetă (fig. 303).

Metoda este folosită adesea la ridicările expeditive, în special pe traseul de deplasare a executantului, cînd există posibilitatea ca distanța pe teren să fie măsurată cu pasul, chiar în timpul deplasării; evident că în această situație raportarea distanței pe planșetă se execută după ce s-a ajuns în punctul radiat.

Așa, de exemplu, pentru raportarea unei porțiuni de drum în linie dreaptă, executantul staționează cu planșeta în punctul inițial, o orientează și trasează direcția spre punctul următor al drumului. Deplasîndu-se către punc-

FIG. 303



tul următor, măsoară distanța și, ajuns în acest punct, raportează distanța și obține poziția punctului respectiv. Avînd marcate pe planșetă punctele de capăt ale drumului și traseul său, desenează pe acest traseu drumul respectiv.

La alegerea punctului de vizare de pe drum se are în vedere ca acesta să fie bine marcat în teren, printr-un stîlp de telegraf, o piatră kilometrică, un copac, o clădire etc; acest punct poate fi pe drum sau alături de el, la desenare ținîndu-se cont de acest lucru.

O porțiune de drum cu mici sinuozități se ridică în același mod, neținîndu-se cont inițial de traseul fiecărei sinuozități. Acestea se scot în evidență cu ocazia executării desenului, cînd ele se trasează din vedere. Se înțelege că în acest caz măsurarea distanței, cu pasul sau cu panglica, trebuie să urmeze traseul vizei, nu al drumului.

16.3.4.2 *Metoda drumuirii*

Metoda drumuirii poate fi imaginată ca o înșiruire de radieri, punctele ce se determină fiind punctele de frîntură ale traseului. În fiecare punct de frîntură se execută aceleași operații ca la radiere, considerîndu-se punct de stație punctul inițial și punct de determinat, punctul de frîntură imediat următor al traseului. Se poate staționa din două în două puncte de frîntură, în acest caz planșeta orientîndu-se cu busola, iar punctul nestaționat vizîndu-se și din stația anterioară și din cea posterioară. Atunci cînd se staționează fiecare punct, orientarea planșetei se face cu ajutorul vizei inverse (punctul de stație anterior se consideră, pentru orientare, punct spre care se vizează, linia instrumentului de vizare fiind așezată de-a lungul liniei ce unește cele două puncte).

Pentru exemplificare iată cum se procedează în cazul cînd se ridică curba unui drum:

— se marchează pe drum punctele ce caracterizează alura generală a curbei;

— se staționează cu planșeta în punctul inițial al curbei;

— se radiază punctul următor, așa cum am arătat mai sus;

— se continuă staționarea în fiecare detaliu marcat pe drum și se radiază succesiv toate punctele fixate, pînă la ultimul punct al curbei;

— se unesc toate aceste puncte cu o linie curbă și se desenează pe această curbă semnul convențional de drum.

Dacă în zona de ridicat se urmează și alte trasee decît cele de-a lungul drumurilor, în acest caz executantul este obligat să se deplaseze în lungul unor detalii de planimetrie (pe conturul lor). Acestea pot fi: malul unui rîu, liziera unei păduri, traseul unui dig etc. Deplasîndu-se în lungul acestora, executantul le raportează pe planșetă, respectînd aceleași reguli ca la deplasarea pe drum.

16.3.4.3 *Metoda turului de orizont*

Metoda turului de orizont poate fi imaginată sugestiv ca o radiere circulară a tuturor detaliilor din jurul unei stații, vizibile direct din acea stație. Folosind această metodă, executantul procedează în modul următor (fig. 304):

— orientează planșeta în punctul de stație, printr-un procedeu oarecare;

— vizează punctele din jur ce urmează a fi determinate și trasează simultan direcțiile către ele;

— măsoară distanțele la fiecare punct din jur prin procedee adecvate (dacă nu i se cere o precizie de reprezentare mai mare, distanțele pot fi apreciate și din vedere);

— raportează pe planșetă distanțele măsurate, reduse la scară, și obține astfel poziția punctelor din jur.

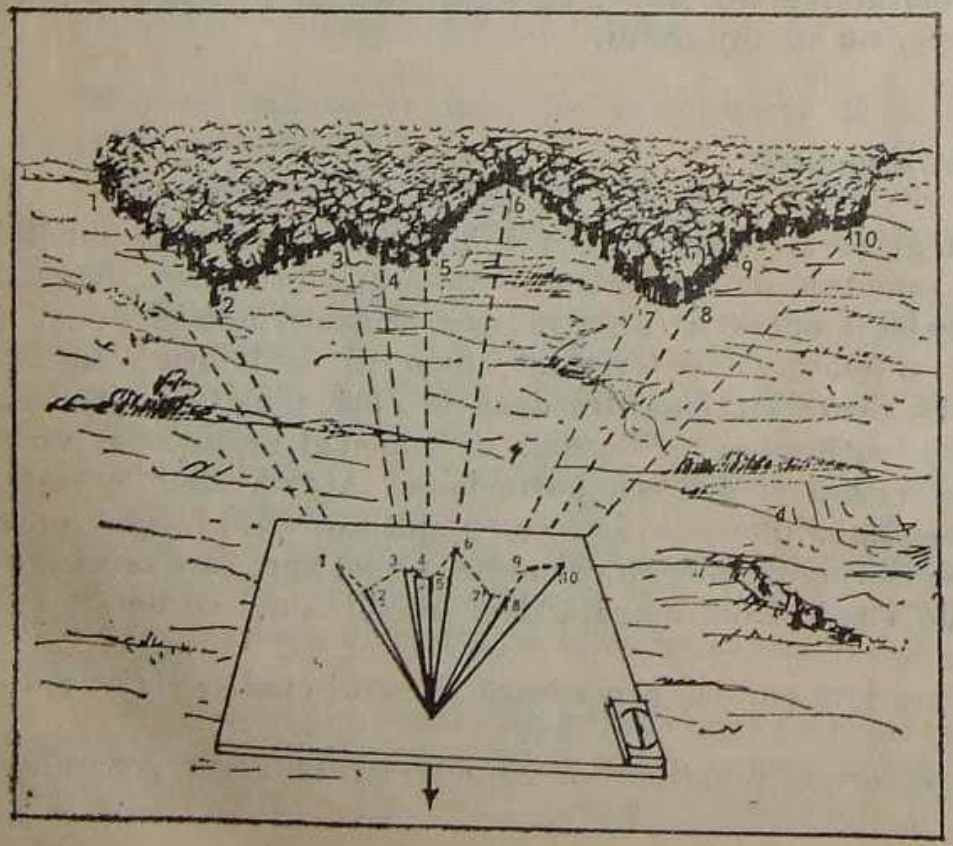


FIG. 304

Metoda este indicată în special pentru puncte apropiate de locul de stație, pentru a obține ușor mărimea distanțelor; pentru această operație executantul poate folosi ajutoare de lucru. Metoda se folosește cu ușurință pentru ridicarea contururilor de detalii ca: păduri, mlaștini, lacuri etc., precum și ori de cîte ori este nevoie de o ridicare circulară cu puncte mai apropiate; în toate cazurile se pot ridica prin această metodă sectoarele vizibile din punctul de stație.

În timp de campanie metoda este folosită cu randament la întocmirea crochiurilor, a schițelor de tragere etc.

16.3.4.4 *Metoda perpendicularelor*

Metoda perpendicularelor se folosește pentru ridicarea detaliilor aflate în apropierea itinerarului pe care se deplasează executantul și se aplică în cazurile cînd de la detaliul de ridicat se poate aprecia locul unde cade, pe traseu, piciorul perpendicularei din acest detaliu.

Se procedează în felul următor:

— executantul staționează cu planșeta în punctul de pe traseul de deplasare, unde cade perpendiculara ridicată din acest punct către detaliu;

— marchează pe planșetă acest punct;

— măsoară distanța pînă la el și, ridicînd pe planșetă o perpendiculară în punctul de stație, raportează această distanță pe perpendiculara ridicată; a obținut astfel pe planșetă poziția detaliului (fig. 305). Pe traseu pot fi mai multe asemenea detalii, așa cum se vede în figură.

Se observă că prin această metodă pot fi ridicate cu ușurință contururi întregi de detalii, dacă acestea au o poziție favorabilă față de traseul de deplasare.

Stabilirea pe teren a locului unde perpendiculara din detaliu întîlnește traseul se face în felul următor:

— se ridică brațele la înălțimea umerilor, unul întins în față în lungul traseului, iar celălalt lateral spre detaliu, perpendicular pe primul;

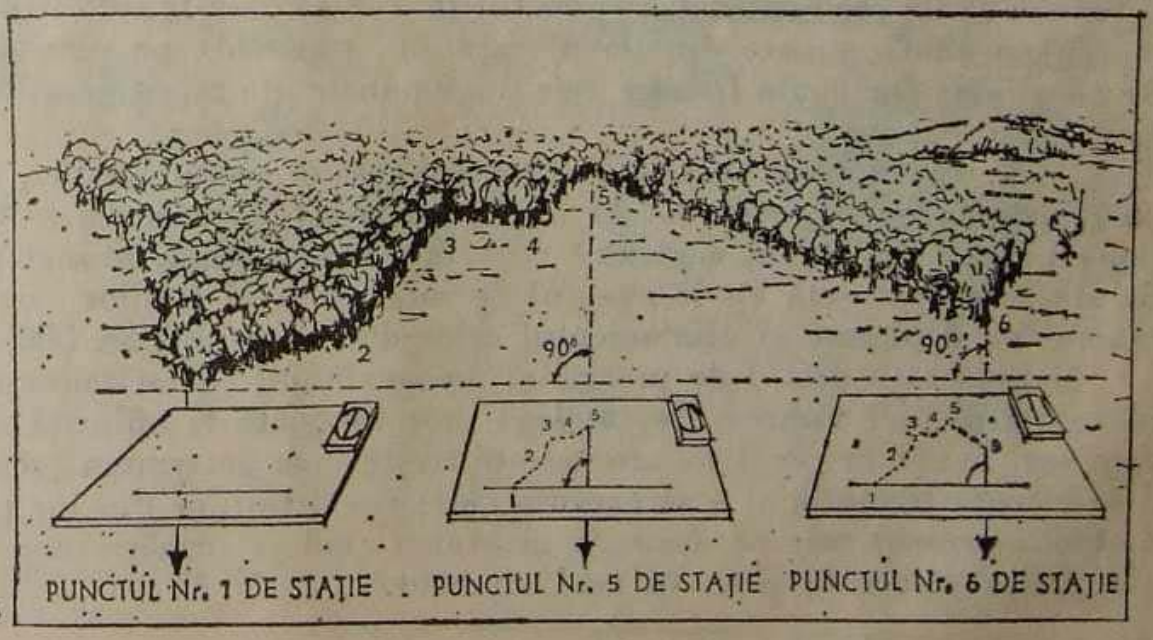
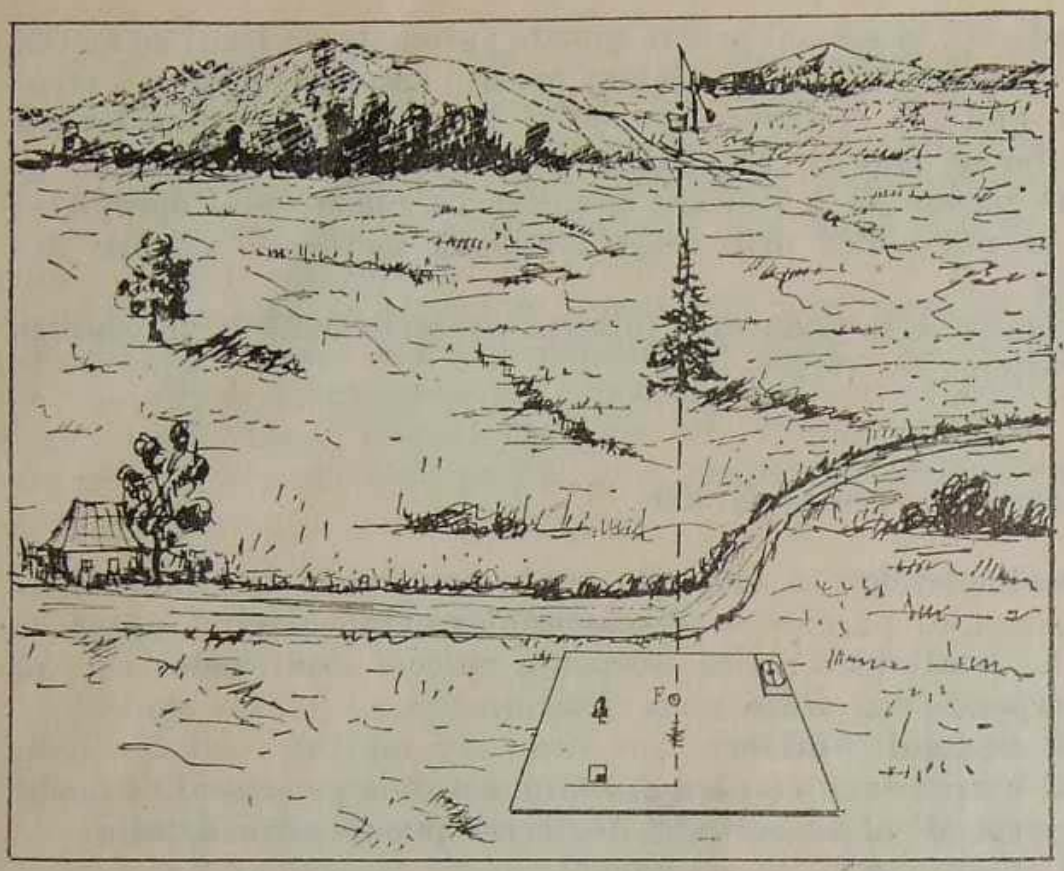


FIG. 305

FIG. 306



— se deplasează astfel pînă cînd brațul dinspre detaliu cade pe direcția acestuia; în acest moment se obține pe teren poziția punctului de stație.

Metoda perpendicularelor are avantajul că în punctul de stație nu se mai orientează planșeta și nici nu se vizează către punctul de ridicat.

16.3.4.5 *Metoda aliniamentelor*

Metoda aliniamentelor se poate folosi și la ridicarea detaliilor, dar este o metodă foarte utilă pentru verificarea ridicării executate pînă la un moment dat. Cerința de bază a metodei constă în aceea că trebuie ca executantul să intuiască la un moment dat că punctul în care se găsește este situat pe aliniamentul a două puncte din teren, care sînt raportate pe planșetă; punctul de pe aliniament poate fi între cele două puncte ale aliniamentului sau exterior acestor puncte.

Dacă, în timp ce executantul se deplasează pe un traseu, constată că se găsește la un moment dat la intersecția acestui traseu cu aliniamentul a două puncte din teren, care sînt raportate pe planșetă, atunci punctul său de stație pe planșetă va fi punctul de intersecție al liniilor care marchează traseul de deplasare și aliniamentul celor două puncte (fig. 306).

Metoda este destul de precisă și are avantajul că nu impune orientarea planșetei și nici vizarea. Se înțelege ușor că poate fi aplicată cu rezultate care satisfac și în cazul în care se urmărește a se determina locul de stație, a se orienta planșeta și a se executa ridicarea detaliilor din jur printr-o altă metodă; aceeași cale se urmează și atunci cînd se urmărește o verificare a ridicărilor efectuate pînă în acel moment.

16.3.4.6 *Metoda intersecției*

Metoda intersecției se aplică în cazul cînd punctele ce se determină se găsesc la o distanță mai mare de punctele determinate, iar vizibilitatea între ele este asigurată în bune condițiuni. Metoda impune cunoașterea prealabilă a poziției pentru cel puțin două puncte, acestea fiind raportate pe planșetă. Principial metoda folosește intersectarea grafică a vizelor ce pornesc din două puncte cunoscute (determinate) către punctul necunoscut (nedeterminat). Ca și la intersecția analitică, avem tot două metode de intersecție: intersecția directă și intersecția inversă.

Intersecția directă presupune staționarea în două puncte cunoscute și determinarea punctului necunoscut prin vize din aceste două puncte. Pentru determinarea punctului necunoscut, executantul procedează astfel:

— staționează cu planșeta în primul punct cunoscut (reprezentat pe planșetă) și orientează planșeta;

— vizează direct punctul de determinat și trasează pe planșetă direcția spre acel punct (direcția trasată trece prin punctul cunoscut în care s-a făcut stația);

— se deplasează cu planșeta în al doilea punct cunoscut și execută aceleași operațiuni ca și în stația precedentă (a doua direcție trece prin punctul staționat).

În ambele stații, orientarea planșetei se face folosind direcția celor două puncte cunoscute, reprezentate pe planșetă. Cele două direcții trasate pe planșetă spre punctul de determinat se întîlnesc într-un punct, care este chiar poziția pe plan a punctului determinat prin intersecție (fig. 307).

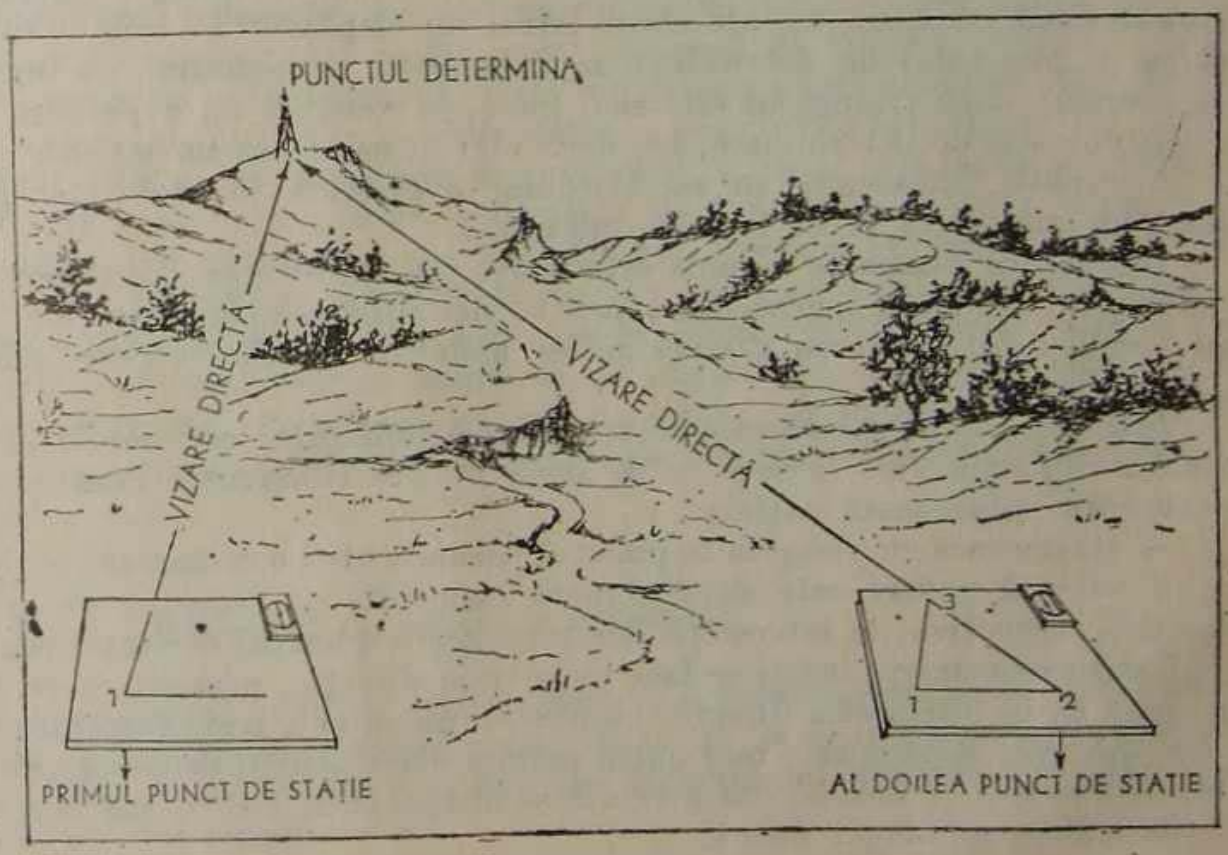
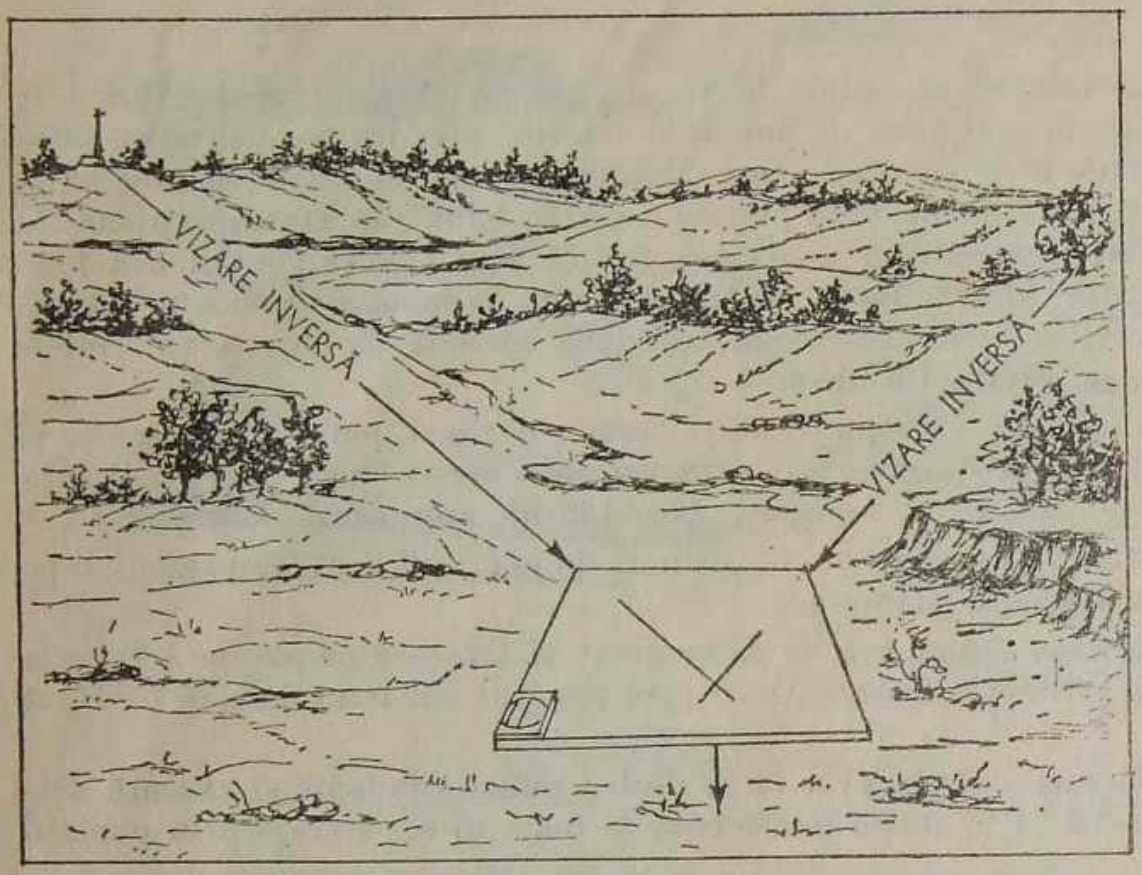


FIG. 307

FIG. 308



Pentru a verifica corectitudinea de determinare a punctului se staționează și în al treilea punct cunoscut, efectuîndu-se aceleași operații ca în primele două puncte. Dacă și direcția trasată din acest punct trece prin punctul de intersecție al primelor două direcții, avem convingerea că punctul este corect determinat. În cazul în care cea de a treia direcție formează cu primele două un triunghi, ale cărui laturi nu depășesc 3-4 mm, atunci ca poziție a punctului de determinat se ia centrul triunghiului (se apreciază din vedere); dacă triunghiul este mai mare, se verifică cu a patra viză sau se reia operația de determinare, iar dacă nici în acest caz nu rezultă o situație favorabilă, înseamnă că s-a strecurat o greșeală în stabilirea poziției punctelor cunoscute și ea trebuie înlăturată.

În timp de campanie metoda este foarte des folosită pentru determinarea poziției unor puncte inaccesibile, pentru determinarea de obiective la inamic, pentru determinarea dimensiunilor unor obstacole (lățimea unui rîu, a unui lac etc.).

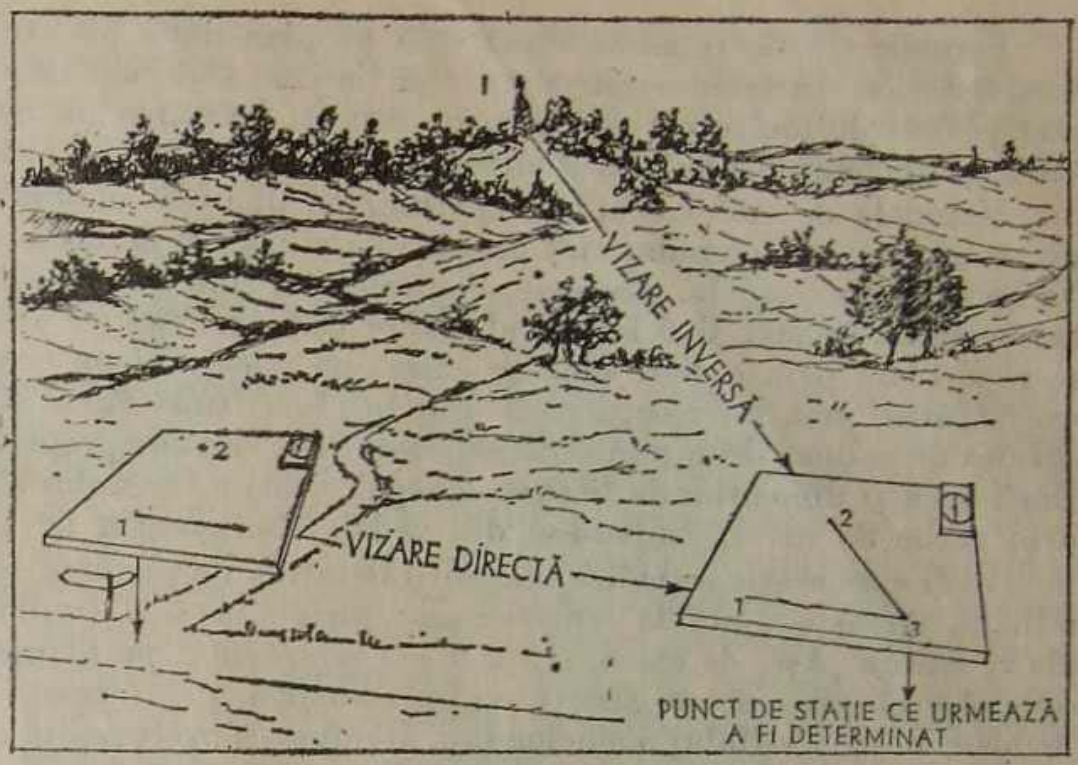
Intersecția indirectă presupune staționarea punctului necunoscut și determinarea lui prin vize inverse de la două puncte cunoscute. Pentru aceasta executantul procedează astfel:

— staționează cu planșeta în punctul necunoscut și o orientează cu busola;

— vizează invers cele două puncte cunoscute și trasează pe planșetă direcțiile respective; la intersecția acestora se află punctul de stație (fig. 308).

Verificarea determinării se face cu a treia direcție, procedîndu-se în același mod ca la intersecția directă, cu observația că și a treia direcție este tot o viză inversă. Metoda este mai puțin precisă decît prima, deoarece orientarea planșetei se face cu busola, dar prezintă avantajul că se efectuează mai repede, staționîndu-se un singur punct.

FIG. 309



În lucrul practic se pot combina cele două metode, aplicînd așa-numita intersecție combinată sau *intretăiere*. În această situație executantul procedează astfel:

— staționează cu planșeta într-unul din punctele cunoscute și o orientează pe cel de-al doilea punct cunoscut;

— vizează direct punctul de determinat și trasează direcția spre el;

— se deplasează în punctul de determinat, fără a măsura distanța;

— orientează planșeta cu ajutorul direcției trasate din prima stație;

— vizează invers pe al doilea punct cunoscut și, trasînd direcția respectivă, la intersecția ei cu direcția trasată din primul punct cunoscut către punctul necunoscut, obține chiar locul de stație — punctul de determinat (fig. 309).

Intersecțiile au avantaj, față de procedeul radierii, prin faptul că ele pot fi folosite în orice teren, chiar inaccesibil, dacă punctele inițiale și punctul ce urmează să fie determinat se văd între ele. Precizia cu care se determină punctele prin intersecție depinde de corecta orientare a planșetei, de corectitudinea vizării și de unghiul sub care se intersectează vizele (unghiul de intersecție). Cele mai precise intersecții se obțin cînd unghiul de intersecție este între 60° și 90°. Pe măsură ce unghiul crește sau se micșorează, în afara acestor valori, intersecțiile devin mai puțin precise și de aceea nu se folosesc la ridicare.

16.3.5 Ridicarea expeditivă a reliefului

Cel mai indicat mod de reprezentare a reliefului este acela prin curbe de nivel. Pentru trasarea acestora pe plan se au în vedere punctele și liniile caracteristice ale reliefului și cotele sau diferențele de nivel ale punctelor caracteristice din teren.

Formele tip de relief se raportează pe plan după punctele și liniile lor caracteristice. În teren aceste puncte și linii nu sînt întotdeauna bine conturate și deci de multe ori sînt greu de sesizat. Sesizarea lor depinde de abilitatea și de experiența executantului, ceea ce se obține prin antrenament.

Metodele de ridicare și de raportare pe planșetă a punctelor și liniilor caracteristice ale terenului sînt aceleași ca și pentru detaliile de planimetrie. Vîrfurile, mameloanele, găvanele, depresiunile, liniile de despărțire a apelor, talvegurile, precum și celelalte elemente caracteristice de relief se ridică și se raportează prin radiere cînd se găsesc pe itinerarul pe care se deplasează executantul, prin intersecții dacă sînt în afara itinerarului sau prin metoda turului de orizont ori a perpendicularelor, dacă sînt în apropierea itinerarului. Dar forma și dimensiunile fiecărei neregularități a terenului sînt reprezentate prin curbe de nivel, redîndu-se din vedere configurația lor reală.

În fiecare stație se ridică mai întîi detaliile de planimetrie și după aceea relieful. Aceasta ajută la reprezentarea punctelor și a liniilor caracteristice ale reliefului. Așa, de exemplu, dacă s-a reprezentat pe planșetă poziția unui semnal geodezic care se găsește pe un mamelon, prin aceasta s-a determinat inclusiv poziția vîrfului mamelonului. Rămîne ca executantul să aprecieze din vedere forma și dimensiunile mamelonului și să-l reprezinte. Liniile caracteristice ale reliefului se confundă adesea pe teren cu traseul drumurilor, al rîurilor și al pîraielor. Dacă executantul a trecut pe planșetă traseul unui pîrîu, el a determinat prin aceasta chiar linia talvegului.

Simultan cu ridicarea punctelor și liniilor caracteristice ale reliefului se execută și determinarea diferențelor de nivel sau a cotelor punctelor necesare trasării curbelor de nivel. Aceste puncte se aleg în așa fel, încît să permită conturarea formei de relief și prin interpolare să se stabilească numărul de curbe dintre ele. În dreptul acestor puncte pe planșetă se scrie fie cota relativă sau absolută, fie valoarea curbei de nivel ce trece prin punctul respectiv sau îl înconjoară. Densitatea curbelor de nivel se stabilește de executant, în funcție de necesitatea de a reda expresiv forma respectivă de relief. În cazul ridicărilor expeditive nu este necesară o continuitate a curbelor de nivel pe toată suprafața ridicată, ci numai acolo unde este nevoie, pentru a se reda formele principale.

Cotarea punctelor se face prin metode expeditive cu ajutorul unor instrumente sau aparate de nivelment, dar cel mai adesea, în ridicările expeditive, se face din vedere, prin comparație. Se aleg în zona de ridicat punctul cel mai înalt și cel mai de jos, iar pentru punctele intermediare se apreciază înălțimea relativă sau curba de nivel ce trece prin fiecare. Se înțelege că nu se va obține o precizie prea mare, dar pentru ridicările expeditive nici nu se pretinde mai mult.

Trasarea curbelor de nivel se execută în teren, pe măsura deplasării în sectorul de ridicat, pentru a avea posibilitatea observării la fața locului a alurii generale a formei de relief ce se reprezintă. Curbele de nivel închise și continue se vor obține numai în teren descoperit, unde tot sectorul poate fi observat.

Se consideră că relieful a fost bine ridicat, dacă reprezentarea lui ajută la orientare, dă o imagine clară asupra formei generale a reliefului și asupra poziției reciproce a diverselor forme ale reliefului, dacă reușește să exprime clar înălțimea reciprocă a punctelor, precum și punctele inaccesibile și greu accesibile pentru trupele în acțiune.

16.3.6 Organizarea lucrărilor de ridicări expeditive

Orice ridicare expeditivă trebuie să înceapă prin stabilirea traseului de urmat pe timpul lucrului în zonă. Acest traseu trebuie astfel ales, încît să înconjoare zona de ridicat, să permită ca din punctele sale să se ridice aproape toate detaliile și să se desfășoare pe drumuri, liziere, maluri de ape etc.

Executantul se deplasează pe traseu din stație în stație și execută prin metode adecvate ridicarea detaliilor de pe ambele părți ale traseului. În cazuri excepționale, atunci cînd din stațiile de pe traseu nu poate cuprinde întreaga zonă de ridicat, executantul face stații laterale, din care ridică zonele și detaliile neacoperite cu stațiile de pe traseu. În același scop poate executa chiar ridicări pe trasee de legătură, între puncte ale traseului principal, în acest mod realizînd o rețea de trasee cu care se acoperă întreaga zonă. Parcurgerea rețelei de trasee trebuie executată în așa fel, încît să nu fie nevoie a se întoarce din nou pe același drum.

Pe timpul ridicării este necesar să se respecte următoarele reguli:

— în punctul inițial planșeta se orientează cu busola, iar ulterior numai după detalii din teren (orientări inverse, pe puncte sau direcții determinate în cursul ridicării);

— ridicarea se va executa prin puncte de stații succesive, avînd mereu posibilitatea orientării cu viză inversă pe stația precedentă (orientarea se verifică și pe alte puncte determinate anterior, pe măsură ce acestea au căpătat o determinare sigură);

— numărul de stații de pe traseu va fi suficient de mare, pentru a exista posibilitatea unei ridicări complete, dar se vor evita stații prea dese, care să consume timp inutil (stațiile se vor face în punctele de frîntură principale, nu în toate punctele de frîntură);

— pe măsura dezvoltării ridicării se vor executa verificări de legătură pe tot timpul efectuării acesteia;

— pe tot timpul executării ridicării o atenție sporită se va acorda orientării planșetei, acest lucru verificîndu-se permanent (nu se părăsește o stație, pînă nu există convingerea că ridicarea din ea s-a făcut cu planșeta orientată);

— detaliile aflate pe itinerar în fața executantului se vor însemna pe plan prin schițări ușoare, urmînd a le trasa definitiv după ce se vor verifica în decursul ridicării;

— nu se vor lăsa detalii care să fie trecute pe planșetă din memorie, toată ridicarea fiind materializată, pe măsura execuției, în teren.

În plus se vor respecta toate regulile stabilite la fiecare metodă de ridicare.

16.3.7 Eroarea de închidere și eliminarea ei

Așa cum s-a mai precizat, itinerarul unei drumuiri expeditive se face, de obicei, în circuit închis; acesta are deci aspectul unui poligon neregulat, care se închide pe punctul de plecare.

Datorită unor erori inevitabile, care intervin pe parcursul ridicării, revenirea în punctul inițial, după ce s-a parcurs întregul itinerar de ridicare, nu duce la o coincidență riguroasă a reprezentării punctului inițial, la plecare și sosire. Astfel, dacă s-a plecat în ridicare din punctul inițial, raportat pe planșetă în A, la revenire punctul inițial va cădea pe planșetă în a (fig. 310).

Se înțelege că eroarea de închidere provine dintr-o acumulare, în fiecare stație, a unor erori datorate orientării, măsurării distanțelor, raportării punctelor pe planșetă etc. Astfel că, așa cum se vede în figura 310, dacă drumuirea n-ar fi afectată de erori, reprezentarea traseului ar trece prin punctele $ABCDA$. Din cauza erorilor de măsurare reprezentarea traseului se face prin alte puncte, dar ele se sesizează numai la terminarea drumuirii și apar ca o materializare concretă, prin nesuprapunerea punctului inițial, deci prin mărimea Aa.

Dacă eroarea de închidere este mică și nu depășește 0,02 din lungimea traseului (suma laturilor), ea poate fi neglijată și atunci punctul a se consideră în A. Dacă itinerarul drumuirii trece prin zone grele (pante mari, terenuri mlăștinoase etc.), se admite a se neglija și o neînchidere mai mare. În cazul în care eroarea de închidere nu depășește 1/25 din lungimea traseului, ea trebuie eliminată, repartizîndu-se aproximativ proporțional asupra celorlalte laturi. Această operație se face din vedere, astfel:

— prin punctele de stație (vîrfurile poligonului) se duc linii paralele cu neînchiderea Aa, în sensul de la a la A, adică de la punctul obținut prin măsurătoare către punctul neafectat de erori;

— pe fiecare din aceste linii paralele se marchează segmente proporționale cu lungimea traseului, începînd de la punctul inițial pînă la punctul respectiv; punctele astfel obținute sînt vîrfurile poligonului închis (cu eroarea de închidere eliminată);

— folosind punctele și liniile obținute, se decalează în mod corespunzător și toate detaliile determinate cu ajutorul acestora.

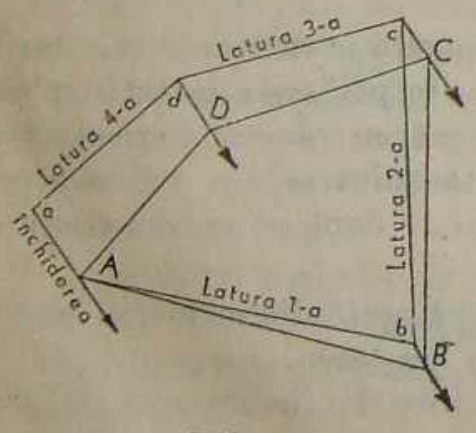


FIG. 310

Se înțelege că operația este destul de migăloasă și de aceea se impune o mare atenție pe parcursul ridicării, astfel încît să se evite asemenea situații. Dacă neînchiderea este mai mare de 1/25 din lungimea traseului, atunci ridicarea se reface, luîndu-se măsurile corespunzătoare.

16.4 Exemplu de ridicare topografică expeditivă, pe cale grafică

16.4.1 Pregătirea pentru lucru

Primind misiunea de a executa o ridicare expeditivă într-un sector, executantul face mai întîi o pregătire, astfel:

— revede din materialul documentar partea teoretică ce se referă la astfel de ridicări, însușindu-și părțile care-l interesează (dacă le execută după o întrerupere);

— pregătește planșeta, fixînd pe ea hîrtia necesară;

— verifică busola pe care o va folosi;

— construiește, pe o fîșie de carton, scara pașilor și scara grafică a ridicării;

— pregătește două creioane pentru lucru (unul mai tare, de folosit pe timpul execuției, și al doilea mai moale, pentru definitivarea lucrării);

— își pregătește celelalte instrumente necesare: o liniuță de vizare, un carnet și un binoclu.

În continuare să urmărim activitatea executantului, referindu-ne la ridicarea zonei din figura 311 (văzută prin binoclu).

Ajuns în zonă, executantul face un studiu de ansamblu al sectorului, staționînd în unul sau mai multe puncte dominante, cu care ocazie stabilește

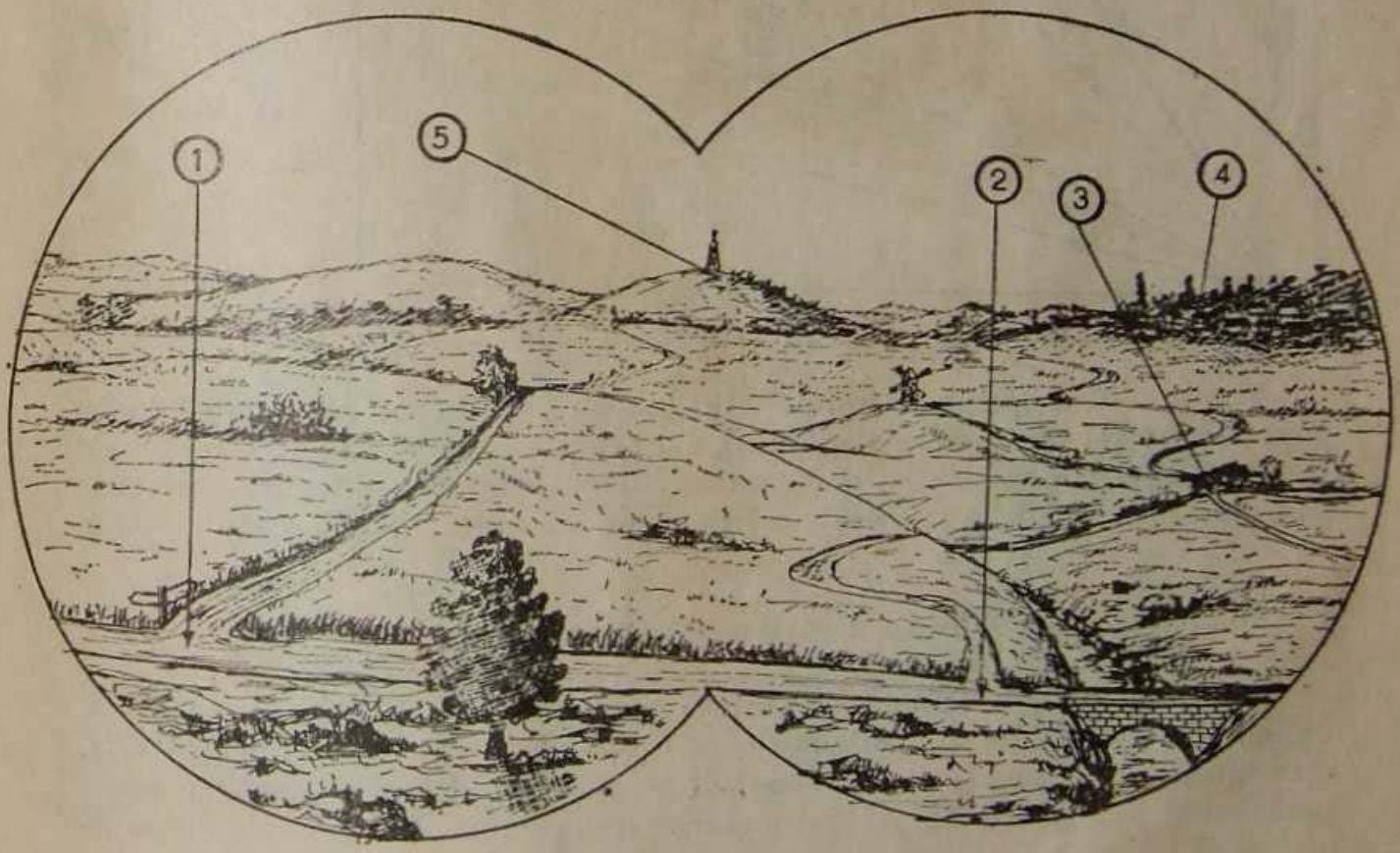


FIG. 311

traseul (traseele) de urmat și punctul inițial. În cazul de față el hotărăște ca punct inițial încrucișarea de drumuri (marcată pe figură cu cifra 1), iar ca itinerar de drumuire, traseul marcat de cifrele 1, 2, 3, 4, 5, cu închidere pe punctul 1.

16.4.2 Operațiile din primul punct de stație

După ce determină direcțiile punctelor cardinale și stabilește că sectorul de ridicat se desfășoară către nord-est, față de punctul inițial, marchează acest punct în colțul de sud-vest al planșetei și apoi trasează corespunzător direcția nordului.

Orientează planșeta cît mai riguros, cu ajutorul busolei, și vizează direct (fig. 312) către punctele: podul de pe șosea, casa izolată, școala din comună, moara de vînt, punctul trigonometric, pomul izolat, trasînd direcțiile către ele; aceste puncte le va determina prin intersecție. Pentru a nu inversa vizele la capătul liniei scrie denumirea detaliului spre care a vizat.

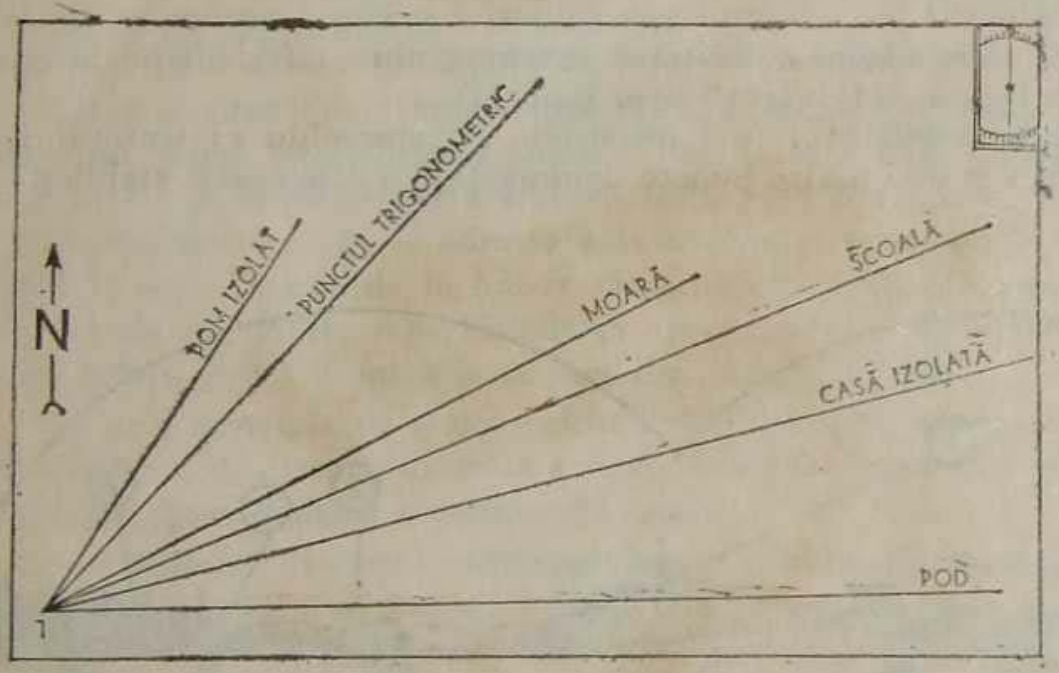


FIG. 312

Terminînd cu operațiile din punctul inițial, executantul trece în al doilea punct de stație, pe timpul deplasării măsurînd cu pasul distanța în lungul șoselei între cele două stații; dacă are în vedere să asigure ridicării o precizie mai mare, această distanță o poate măsura și printr-o altă metodă mai riguroasă.

16.4.3 Operațiile în al doilea punct de stație

Ajuns în al doilea punct de stație, executantul raportează pe planșetă, redînd-o la scară, distanța măsurată între cele două stații, pe direcția vizei către podul de pe șosea; a obținut astfel pe planșetă al doilea punct de stație (punctul 2 din figura 313 — încrucișarea de drumuri dinaintea podului de pe șosea).

24
N 22
N 23
D 24
V 25
S 26
D 27

C721 285/01

dr
int
nării
curbur
determin
pînă la ac

Deoarec
de pe drumul
staționează cu
punctul pe care
planșeta cu ajut
rea podului de pe
să traseze pe pla
continue trasarea

Terminînd o
tară făcută pe p
stație. Pe timpul
izolată, se oprește
următoarele (fig. 3

Observă că în z
podul de pe șoseaua
punctul trigonometr
punct ca înălțime es
minat școala, și apo
Intuiește reprezentare

PUT L
NAT

TOPOGRAFIE MILITARĂ
1970
Lei 15
TOPOGRAFIE
MILITARĂ
DTM
BUCUREȘTI